REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

ET BULLETIN DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Tome LXVIII

1961

PUBLIÉ PAR LA SOCIÉTÉ D'ÉDITION D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

5, Place de la Sorbonne — PARIS 5e

REVUE GENERALE DES SCIENCES
PURES ET APPLIQUEES
ET BULLETIN DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES
TOME LXVIII Janvier-Février 1961 N°s 1-2

Chronique & Correspondance

LE DÉVELOPPEMENT DU CINÉMA SCIENTIFIQUE ET SES POSSIBILITÉS

Exposé concernant la création de la Section de Photographie et de Cinématographie Scientifique à l'A. F. A. S.

Par le Professeur J. VERNE,
Membre de l'Académie de Médecine
et le Docteur M. NOIX.

Parallèlement à sa destination primitivement récréative, le cinéma, depuis quelques années se développe rapidement dans le domaine scientifique.

Il est alors utilisé :

— soit pour montrer à un nombreux auditoire des montages techniques, des expériences délicates réalisées au laboratoire ou des curiosités scientifiques. Son rôle est alors éducatif ;

— soit pour étudier certains phénomènes qui échappent partiellement ou totalement à notre vue, mais que les caméras, perfectionnées ou spécialement adaptées à certaines prises de vue, peuvent saisir dans des conditions parfois difficiles. Le cinéma est, dans ce dernier cas, un auxiliaire précieux de la recherche scientifique ; il entre pour une grande part dans les moyens techniques nécessaires à l'avancement de la Science.

Il trouve alors son application dans toutes les sections scientifiques, même les mathématiques peuvent faire appel à ses possibilités et nous rappelons le film très curieux réalisé sur les lieux géométriques.

La photographie, d'une technique plus simple, fixe les phases principales d'un événement et complète ainsi les données apportées par le cinéma qui permet d'en suivre le déroulement.

PROBLÈMES SCIENTIFIQUES INTERVENANT DANS LA PRATIQUE GÉNÉRALE DU CINÉMA

Mais, cette application progressive aux sciences n'a pu se faire que par l'amélioration continue des techniques et il existe actuellement une véritable Science cinématographique dans laquelle entrent :

1. *Les effets photochimiques*, étudiés pour la réalisation des émulsions sensibles.

2. *La mécanique*, qui intervient dans le matériel de prise de vue et de projection. C'est grâce à ces réalisations que l'on peut obtenir les accélérés et les ralentis, les retours en arrière et, même, les arrêts prolongés sur l'image au cours de la projection.

Les projecteurs scientifiques peuvent avoir des applications bien précises et nous signalons en particulier la possibilité apportée par certaines caméras de nous permettre l'examen d'un film image par image technique recherchée en balistique, en astronautique et maintenant en médecine.

3. *L'optique*, qui fait bénéficier les objectifs de ses perfectionnements.

4. *L'électronique*, qui ouvre une voie nouvelle du cinéma par l'intermédiaire des chaînes de télévision en circuit fermé, de l'enregistrement magnétique des images, de l'emploi des tubes à mémoire pouvant fixer, suivant la nécessité, les images caractéristiques, et, surtout, par la sonorisation des films.

Le format de 16 mm semble adopté dans le monde entier pour le cinéma scientifique, c'est dans cette dimension que sont équipées les Facultés et les Ecoles en matériel de projection.

POSSIBILITÉS GÉNÉRALES DU CINÉMA SCIENTIFIQUE

Les possibilités du cinéma scientifique étendent continuellement leur domaine, il suffit pour s'en rendre compte, de rappeler les importantes applications du cinéma dans les Sciences médicales :

1. le cinéma permet en effet d'éliminer le facteur durée : il n'y a qu'à comparer la marche du temps sur le film relatif au développement des œufs du drosophile avec la succession rapide des évé-

nements qui interviennent en balistique, ou plus simplement, dans l'étude des mouvements vibratoires des cordes vocales ;

2. il permet aussi d'éliminer partiellement le facteur dimensionnel : il existe en effet le cinéma de l'infiniment petit et celui de l'infiniment grand, grâce aux variations de champs et aux jumelages optiques.

APPLICATIONS MÉDICALES DU CINÉMA SCIENTIFIQUE

Les Sciences médicales et la Clinique sont à l'origine de progrès importants réalisés dans le cinéma scientifique en raison de l'amélioration de la technique et des adaptations spéciales qu'elles ont nécessitées.

Limité au début à la reproduction filmée d'interventions chirurgicales et à l'enseignement de certains cas pathologiques, le cinéma devint rapidement un auxiliaire précieux :

1. *de l'Histologiste*, par son adaptation aux recherches microscopiques, que ce soit en microscopie courante, que ce soit en microscopie électronique ou que ce soit en microscopie en contraste de phase ;

2. *du Physiologiste* par sa possibilité de reproduire le mouvement à un rythme normal ou à des rythmes différents dans l'étude des différentes formes du péristaltisme et de l'activité motrice viscérale. Dans ce dernier domaine, nous citerons :

a) *l'endocinématographie*, qui consiste à reprendre sur un film en couleurs la morphologie et la cinématique des organes en utilisant pour les atteindre, les voies d'accès naturelles ou la voie transpéritonéale ;

b) *la radiocinématographie*, qui permet de saisir la motricité des organes au cours de leur exploration par les rayons X ;

c) *la téléradiocinématographie*, qui aboutit au même résultat en associant la radiocinéma à la télévision.

La multiplicité et le succès des Congrès de Cinématographie Médicale montrent l'intérêt qui est porté à cette forme de l'enseignement et à ces moyens nouveaux intervenant dans la recherche et dans le diagnostic.

Les films réalisés dans ce but concrétisent souvent plusieurs années de travail. Les courts métrages pris à l'occasion de recherches ou d'examens récents et commentés par l'Auteur, illustrent d'une manière vivante les conférences.

DIFFUSION ET EXTENSION DU CINÉMA SCIENTIFIQUE

Le cinéma et la photographie sont donc des auxiliaires précieux du chercheur scientifique. Ces techniques doivent avoir leur place dans les Sciences puisqu'elles en facilitent le développement et la connaissance.

Une société savante, groupant l'ensemble des Sciences, doit pouvoir donner au cinéma scientifique surtout, une impulsion nouvelle en lui apportant la collaboration et les connaissances de ses Savants, de ses Chercheurs et de ses Techniciens, particulièrement bien placés pour décider ou prévoir une application judicieuse des techniques cinématographiques à leur spécialisation scientifique.

L'Association Française pour l'Avancement des Sciences offre ainsi un important domaine expérimental et pratique.

Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles

La Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, dont le Secrétaire Général est M. Paul Vayssière, a tenu son Assemblée générale ordinaire à Paris, 43, rue Cuvier (Muséum), le 18 février 1961, sous la présidence du Docteur Marceron. Le siège social est maintenu, pour 1961, au 57, rue Cuvier, Paris V^e^. Il est procédé à l'élection de Membres du Conseil pour remplacer M. Mazion, décédé, et les Membres sortants non rééligibles : MM. Boureau, Dejou, Marceron, Schwartz, Veau. Sont élus, les Membres proposés par le Conseil : MM. Chevassu, Couturier, Dérébéré, Julien, Ostoya, de la Comble (en remplacement de M. Mazion).

Quatre sociétés ont demandé leur affiliation à la Fédération : Société Corse de Biologie humaine, Société d'Horticulture et de Sciences naturelles de Coulommiers, Société d'Histoire naturelle du Centre, Société d'Horticulture et d'Histoire naturelle des Pyrénées-Orientales.

Dans son rapport sur l'*Année Biologique*, le Secrétaire, M. L. Berland, rend compte de la publication, en 1960, de plus de 500 pages (thèses, analyses bibliographiques, etc.). Est renouvelé le mandat des Directeurs, du Secrétaire et du Comité de rédaction ; l'augmentation de l'abonnement est entérinée : 30 NF.

Dans le rapport concernant l'*Office de Faunistique*, son Directeur, M. Chopard, relate la parution du volume 64 (420 p.) ; le Comité et le Directeur sont maintenus en fonctions pour 1961.

L'activité du *Comité des Sciences Biologiques* (qui se réunit à l'Académie des Sciences) est résumée par M. P. Vayssière.

Le *compte rendu financier* est présenté, pour les diverses formes d'activité de la Fédération, d'une part, sur le tableau par la Trésorière, M^me^ Jovet-Ast, et, d'autre part, par le rapport des Commissaires aux comptes : MM. Chopard, Dollfus, Etchecopar ; les comptes sont adoptés.

En 1960, la Fédération a manifesté son activité, notamment vis-à-vis de la Protection de la Nature : forêt de Fontainebleau, Parc de Savoie : les résultats sont, malheureusement, négatifs. Dans le fascicule d'avril 1960, des questions appelaient des réponses : M. Vayssière déplore que, seules trois sociétés aient répondu. M. Rouet entretient ensuite l'Assemblée du projet de transformation du Bulletin. M. Marceron est nommé Président honoraire de la Fédération.

Paul Jovet.

Collection « DEMAIN »

Vient de paraître :

H. PRAT

Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille

MÉTAMORPHOSE EXPLOSIVE DE L'HUMANITÉ

1 vol. in-16 jésus, 157 p., 21 fig. ..... **4,50 NF**

Un second volume paraîtra en septembre 1961.

Déjà paru :

Raymond FURON

Sous-Directeur au Muséum National d'Histoire Naturelle

LA GÉOLOGIE ET L'ÉCONOMIE MODERNE

1 vol. in-16 jésus, 112 p., 5 fig., 4 planches ..... **3,50 NF**

Société d'Edition d'Enseignement Supérieur,

5, place de la Sorbonne - PARIS (5e)

LA PHYSIOTECHNIE

34 Av. Aristide Briand, ARCUEIL (Seine). Tél. Alé. 59-72 75-78

présente : ses **3** Dosimètres individuels "PHY"

pour le contrôle et la mesure quantitative du

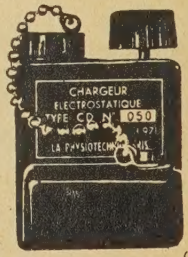
Danger biologique

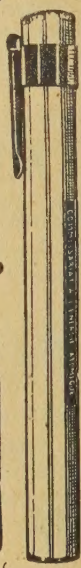
des radiations ionisantes "X" & "Y"

Modèle de poche avec chargeur incorporé ↓ 160 mr 4 r 15 r 20 r 100 r 200 r

Bracelet avec chargeur incorporé 160 mr ↓

Stylo : 200 mr et son chargeur





Brevets français (S.G.D.G.) et étrangers: Défense Nationale, Huzar, Physiotechnie.

Licences exclusives : Défense Nationale et Commissariat à l'Energie Atomique

Références nationales et internationales :

C.E.A. - Armées de Terre, de Mer et de l'Air - Protection civile - Laboratoires (Institut Pasteur, Collège de France ; Ecole Normale Supérieure - Ecole Polytechnique, etc...) - Electricité de France - Explorateur lunaire d'Orsay - C.E.R.N. - Harwell - Pentagone - Commission atomique yougoslave - Institut Boris Kidrich - Laboratoires et Instituts-: Moscou, Tientsin. Budapest, Varsovie, Prague, Sofia, Bucarest, Berlin.

L'HYDRAULIQUE SOUTERRAINE DANS SON CADRE HISTORIQUE

par P. CHAPOUTHIER,

Inspecteur Général des Etudes et Recherches à Electricité de France, Professeur à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

La théorie des écoulements de filtration est dominée par le nom de DARCY. Mais la science n'est pas seulement une production individuelle, c'est aussi un phénomène social. Il n'y a pas de génies isolés. La loi de DARCY n'est que le maillon d'une longue chaîne qui remonte loin dans le passé et qui n'a pas fini de s'allonger encore. Regarder ensemble cette chaîne, recenser ses maillons, comprendre comment ils s'articulent et se commandent mutuellement, c'est ce que je voudrais essayer de faire rapidement devant vous, m'adressant ainsi à la fois aux non-spécialistes qui veulent saisir la philosophie des choses et aux spécialistes eux-mêmes qui trouveront dans ce rappel du passé un stimulant pour des recherches nouvelles.

I. — LES PRÉDÉCESSEURS DE DARCY

La rencontre d'un courant liquide avec un ou plusieurs obstacles fixes constitue une des questions-clés de l'hydraulique qui débouche sur deux problèmes fondamentaux : la perte de charge dans un tuyau ou la résistance opposée au déplacement d'un mobile. Ce problème de frottement auquel est associé aujourd'hui le nom savant de « couche limite » reste encore mystérieux, malgré les progrès accomplis.

Le mystère est d'abord dans la loi même du frottement.

Pour un fluide donné, la résistance opposée croît évidemment avec la vitesse du fluide — mais suivant quelle loi — linéaire ou quadratique ? C'est NEWTON qui semble un des premiers avoir étudié méthodiquement le problème en y apportant la puissance de raisonnement et d'expérimentation dont son génie a fourni tant d'exemples.

Il va ainsi mettre en relief la viscosité du fluide « le plus simple des phénomènes irréversibles offert par la nature » (1).

Faisant osciller des pendules dans divers liquides, il constate l'affaiblissement progressif de l'amplitude.

— Aux grandes vitesses cet affaiblissement est proportionnel au carré de l'amplitude.

(1) Marcel BRILLOUIN, Gauthier-Villars, 1907.

— Aux petites vitesses seulement à la première puissance.
— Dans une zone intercalaire, la loi est intermédiaire.

Les résultats expérimentaux conduisent Newton à une forme trinôme contenant un terme en V, un terme en V^2, un terme intermédiaire en $V^{3/2}$. Il met par ailleurs en relief, à côté de la vitesse, le paramètre densité du fluide.

Aussi, bien qu'il ne l'écrive pas explicitement, est-il d'usage de lui attribuer la formule due probablement à Stockes, qui exprime la proportionnalité de la contrainte au gradient transversal des vitesses :

$$\frac{F}{S} = \tau = -\mu \frac{dV}{dn}$$

Depuis Newton, physiciens et ingénieurs s'attaquent à ce problème fondamental. Charles-Auguste Coulomb publie, vers 1800, un mémoire relatant les expériences destinées à déterminer la cohérence des fluides et les lois de leur résistance dans les mouvements lents.

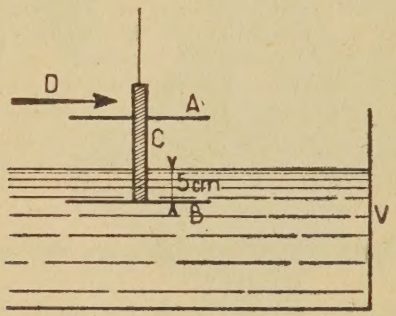


Fig. 1. Le disque de Coulomb.

Il fait tourner un disque immergé dans le fluide. Il constate que les résultats peuvent se schématiser dans la formule $AV + BV^2$, il attribue cette formule à Newton et la justifie en ces termes :

« Il doit y avoir deux sortes de résistance : l'une due à la cohérence des molécules qui se séparent l'une de l'autre dans un temps donné est proportionnelle au nombre de molécules et par conséquent à la vitesse, l'autre, due à l'inertie des molécules arrêtées par les aspérités qu'elles heurtent est proportionnelle à leur nombre et à leur vitesse. »

On notera encore cette observation de Coulomb : la viscosité du fluide n'affecte que le premier coefficient : le terme en V, le second restant constant pour un corps donné.

Prony, directeur de l'Ecole des Ponts et Chaussées, justifie la formule de Coulomb en considérant la loi de perte de charge comme développable suivant les puissances croissantes de V, c'est-à-dire de la forme :

$$C + aV + bV^2 + dV^3$$

et propose finalement, comme Newton et Coulomb, une formule de la forme :

$$DJ = aV + bV^2$$

J, perte de charge ; D, diamètre.

Mais, influencé par les études antérieures de du Buat, il ne fait pas intervenir la nature de la paroi. C'est ici qu'intervient pour la première fois l'idée originale de Darcy. Dans un mémoire présenté à l'Académie des Sciences en 1854, intitulé *Les recherches expérimentales relatives au mouvement de l'eau dans les tuyaux*, il s'attache à démontrer, contrairement à l'avis de tous ses prédécesseurs, que la résistance dépend de la nature et de l'état du matériau de la paroi. Sa constatation est expérimentale :

« Si l'on a recours à des tuyaux chargés de dépôts, ou si l'on imprime à l'écoulement une grande vitesse, c'est-à-dire si l'on augmente la partie de la résistance qui doit provenir des aspérités, le premier terme en V disparaît, le coefficient de V^2 s'accroît, donc ce dernier est au moins en partie relatif aux aspérités. »

La relation devient alors :

$$DJ = b_1V^2$$

b_1 dépendant de l'état de la paroi.

Mais, dès cette époque, Darcy a noté que « la relation linéaire $DJ + a_1V$ reste vérifiée par l'expérience dans les tuyaux de petit diamètre où la vitesse ne dépasse pas 10 à 12 cm par seconde ».

Aussi, avant même d'entreprendre la célèbre expérience d'où va résulter la loi de filtration, Darcy a-t-il nettement conscience de deux types d'écoulement, un linéaire et un quadratique et un régime intercalaire faisant la transition entre les deux.

Darcy va plus loin, il devine que le secret de la perte de charge d'un fluide freiné par un obstacle, problème mis en relief par le célèbre paradoxe de d'Alembert, n'est pas uniquement explicable par les aspérités, mais aussi par la couche d'eau qui limite le fluide.

Hunter Rouse et Simon Ince, auxquels j'emprunte cette analyse historique, soulignent ces remarques fondamentales de Darcy : « Si l'on emploie des tuyaux très lisses en plomb, recouverts de bitume vitrifié, etc., le coefficient de V^2 va sans cesse en diminuant au fur et à mesure que le degré de poli augmente.

Mais la diminution cependant est loin de paraître en rapport avec le degré de poli obtenu, le terme en V^2 ne paraît pas correspondre seulement à la résistance causée par les aspérités, mais aussi à celle que fait éprouver la couche fluide juxtaposée à la paroi ».

Prolongeant l'intuition de Newton et annonçant les calculs de Prandtl sur la couche limite, Darcy est tout près d'une formule universelle de perte de charge.

Il ne l'écrira pas cependant, parce que c'est surtout un ingénieur, il n'est peut-être pas assez physicien. Dans cette émulation spirituelle

qui, depuis deux siècles, fait progresser la technique par une sorte de compétition tacite entre le réalisme pratique des ingénieurs et la logique plus exigeante des physiciens, seule une physique plus intransigeante devrait permettre d'atteindre le stade adimensionnel. Cet honneur reviendra à un Allemand, Julius Weisbach, et à un Anglais, Osborne Reynolds.

La notion de dimension est en effet une des notions théoriques simples les plus fondamentales de la physique. Elle a rendu en hydraulique les services les plus éminents.

Weisbach mettra la formule de perte de charge dans les tuyaux sous une forme adimensionnelle voisine de celle où nous l'écrivons aujourd'hui. Quant à Reynolds, il fera apparaître le paramètre adimensionnel qui éclaire tout le problème, ce groupement VD/ν qui, non seulement va délimiter pour un fluide donné les domaines de validité des formules, mais aussi permettre, ce que n'a pas cherché Darcy, d'éliminer le fluide, d'écrire des résultats valables non seulement pour l'eau mais le pétrole, la glycérine, l'huile, l'air.

II. — L'EXPÉRIENCE DE DARCY

Le problème des tuyaux n'est pas le seul qui se posait à Darcy, ingénieur chargé de l'alimentation en eau potable de la ville de Dijon. Désireux de distribuer de l'eau claire — on s'attachait encore peu aux questions microbiennes — il cherche à perfectionner les procédés de filtration que l'on commençait à utiliser pour clarifier les eaux de rivière souvent troubles. C'est un aspect du problème général posé tout à l'heure, sous sa double forme de perte de charge dans un tuyau ou d'écoulement autour d'obstacles fixes, suivant que l'on regarde les vides ou les pleins.

Darcy soumet le problème à l'expérience.

En 1854, dans la cour de l'hôpital de Dijon, il monte une série d'essais devenus célèbres dont il a donné lui-même le compte rendu dans le volume consacré aux « Fontaines publiques de la ville de Dijon ».

Rapport de Darcy.

« J'aborde maintenant le récit des expériences que j'ai faites à Dijon de concert avec M. l'ingénieur Charles Ritter, pour déterminer les lois de l'écoulement de l'eau à travers les sables. Les expériences ont été répétées par M. l'ingénieur en chef Baumgarten.

« L'appareil employé consistait en une colonne verticale de 3,50 m de hauteur, formée d'une portion de conduite de 0,35 m de diamètre intérieur, et close à chacune de ses extrémités par une plaque boulonnée.

« A l'intérieur et à 0,20 m au-dessus du fond, se trouve une cloison horizontale à claire-voie, destinée à supporter le sable, et qui divise la colonne en deux chambres. Cette cloison est formée par la superposition de bas en haut d'une grille en fer à barreaux prismatiques

de 0,007 m, d'une grille à barreaux cylindriques de 0,005 m, enfin, d'une toile métallique à mailles de 0,002 m. L'écartement des barreaux de chacune des grilles est égal à leur épaisseur, et les deux grilles sont disposées de façon que leurs barreaux soient dans des directions perpendiculaires l'une à l'autre.

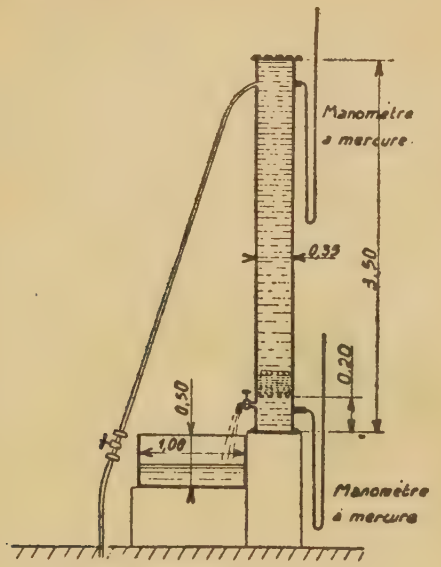


Fig. 2

« La chambre supérieure de la colonne reçoit l'eau par un tuyau embranché sur la conduite de l'hôpital, et dont un robinet permet de modérer à volonté le débit ; la chambre inférieure s'ouvre par un robinet sur un bassin de jaugeage de 1 m de côté.

« La *pression* aux deux extrémités de la colonne est indiquée par des manomètres à mercure en U ; enfin, chacune des chambres est munie d'un robinet à air, essentiellement pour la mise en *charge* de l'appareil.

« Les expériences ont été faites avec du sable siliceux de Saône, composé ainsi qu'il suit :

0,58 m de sable passant au crible de 0,77 mm,
0,13 m de sable passant au crible de 1,10 mm,
0,12 m de sable passant au crible de 2,00 mm,
0,17 m de menu gravier, débris de coquilles, etc.

« Il présente environ 38 % de vide.

« Le sable étant versé et tassé dans la colonne préalablement remplie d'eau, afin que les vides de la masse filtrante ne continssent plus d'air, la hauteur du sable n'était mesurée qu'à la fin de chaque

série d'expériences, après que le passage de l'eau l'avait convenablement tassé.

« Chaque expérience consistait à établir dans la chambre supérieure de la colonne, par la manœuvre du robinet d'amenée, une *pression* déterminée ; puis, lorsque par deux observations l'on s'était assuré que l'écoulement était devenu sensiblement uniforme, on notait le débit du filtre pendant un certain temps et l'on en concluait le débit moyen par minute.

« Pour de faibles *charges*, le repos presque complet du mercure du manomètre permettait d'apprécier le millimètre, représentant 26,2 mm d'eau lorsque l'on opérait sous de fortes *pressions*, le robinet d'amenée était presque entièrement ouvert, et alors le manomètre, malgré le diaphragme dont il était muni présentait des oscillations continuelles ; néanmoins, les fortes oscillations n'étaient qu'accidentelles, et l'on pouvait apprécier, à 5 mm près, la hauteur moyenne du mercure, c'est-à-dire connaître la *pression* en eau à 1,30 m près.

« Toutes ces oscillations manométriques étaient dues aux coups de bélier produits par le jeu des nombreuses bornes-fontaines de l'hôpital, lieu où était placé l'appareil expérimental.

« Toutes les *pressions* ont été rapportées au niveau de la face inférieure du filtre et l'on n'a tenu aucun compte du frottement dans la partie supérieure de la colonne, lequel était évidemment négligeable.

« Le tableau des expériences, ainsi que leur représentation graphique, démontre que le débit de chaque filtre croît proportionnellement à la *charge*.

« Pour les filtres sur lesquels on a opéré, le débit par seconde et par mètre carré est lié très approximativement à la *charge* par les relations suivantes :

1re série	$Q = 0{,}493\ P$	3e série	$Q = 0{,}126\ P$
2e série	$Q = 0{,}145\ P$	4e série	$Q = 0{,}123\ P$

« En appelant I la *charge* proportionnelle par mètre d'épaisseur du filtre, ces formules se transforment dans les suivantes :

1re série	$Q = 0{,}286\ I$	3e série	$Q = 0{,}216\ I$
2e série	$Q = 0{,}165\ I$	4e série	$Q = 0{,}332\ I$

« Les différences entre les valeurs du coefficient Q/I proviennent de ce que le sable employé n'a pas été constamment homogène. Pour la 2e série, il n'avait pas été lavé ; pour la 3e, il était lavé ; pour la 4e, il était très bien lavé et d'un grain un peu plus fort.

« Il paraît donc que, pour un sable de même nature, on peut admettre que le volume débité est proportionnel à la *charge* et, en raison inverse, de l'épaisseur de la couche traversée.

« Dans les expériences précédentes, la *pression* sous le filtre a toujours été égale à celle de l'atmosphère ; il était intéressant de rechercher si la loi de proportionnalité que l'on vient de reconnaître entre les volumes débités et les *charges* qui les produisent subsistait encore, lorsque la *pression* sous le filtre était plus grande ou plus petite

que la pression atmosphérique : tel est le but des expériences nouvelles opérées les 17 et 18 février 1856 par les soins de M. Ritter. »

Charge et pressions.

Dans ce compte rendu, Darcy prononce à la fois, et dans un sens apparemment équivalent, le mot de pression et le mot de charge. Les deux mots ont cependant des sens différents. Mais ils deviennent équivalents à une double condition, d'une part que les énergies cinétiques soient négligeables et d'autre part que l'on donne au mot pression le sens moderne de pression étoilée, ensemble des deux termes de pression proprement dite et de pression fictive due à la cote, c'est-à-dire la cote de la ligne piézométrique ou, comme disent d'autres en termes d'énergie par unité de poids : charge hydrostatique : la charge dépouillée de son terme cinétique.

C'est bien ce que fait Darcy quand il écrit que « toutes les pressions (mesurées en hauteur d'eau) ont été rapportées au niveau de la face inférieure du filtre ». Si nous appelons Δh la variation de la charge du fluide entre l'entrée et la sortie et Δl la longueur de la colonne (comptée dans le sens des génératrices, c'est-à-dire dans le sens de l'écoulement), on peut écrire :

$$\frac{Q}{S} = - k \frac{\Delta H}{\Delta l}$$

Cette formule appelle quelques remarques.

$\Delta H/\Delta l$ reçoit parfois le nom de pente motrice (pente de la ligne piézométrique pour un Δl horizontal). Le signe — signifie que la filtration se fait dans le sens des charges décroissantes. Il serait inexact de dire qu'elle se fait dans le sens des pressions décroissantes. Pour s'en rendre compte, il suffit de regarder la figure d'un perméamètre. L'erreur réside dans l'oubli des forces de pesanteur.

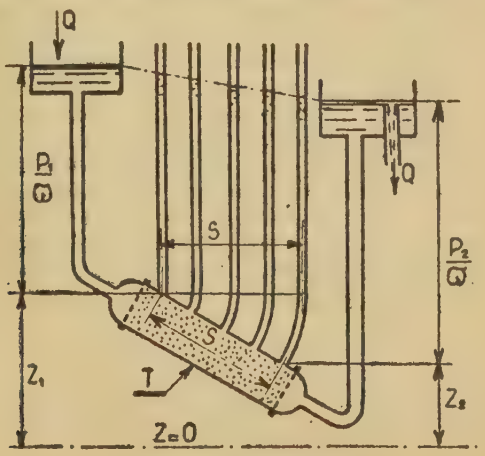


Fig. 3. Le perméamètre.

Les trois vitesses.

La loi de Darcy nous met ainsi en présence de trois vitesses :

1. Le quotient Q/S que Darcy appelle débit par unité d'aire, il représente le débit liquide divisé par la section totale de la colonne filtrante. C'est une vitesse fictive que l'on appelle vitesse de filtration. Elle se présente sous la forme d'une dérivée spatiale, d'un gradient que l'on peut écrire sous la forme plus savante et facilement généralisable à trois dimensions $\vec{V} = K \overrightarrow{\text{grad}}\, h$.

2. $\vec{V}$ n'est pas la vitesse réelle de l'eau qui ne circule que dans les creux entre les grains. Cette vitesse réelle (moyenne) se déduit de la précédente en considérant la porosité.

3. ΔH et Δl ayant tous deux la dimension d'une longueur, le coefficient de proportionnalité K a aussi la dimension d'une vitesse, il mesure la perméabilité relative à un fluide donné, celle du milieu poreux par rapport au liquide filtrant. C'est la vitesse de filtration qui résulterait de l'imposition d'un gradient unité.

Certains utilisateurs (notamment les pétroliers) écrivent volontiers la loi de Darcy en termes de pression.

$$V = - K' \overrightarrow{\text{grad}}\, p$$

la dimension de K' n'est plus alors celle d'une vitesse, mais celle d'une vitesse divisée par un poids spécifique $K' = K/\rho g$.

Les vitesses sont très faibles. Le sable siliceux dont se servait Darcy avait environ 38 % de porosité (rapport du volume des vides au volume total) et 0,16 pour le coefficient de vide superficiel n (une formule approximative relie n à la porosité). Pour un tel sable, Darcy a trouvé $K = 0{,}0003$ le mètre et la seconde étant pris pour unités. Supposons $\Delta H = 1{,}50$ et $\Delta L = 1$ m, la vitesse réelle moyenne est 0,0003 m/s et la vitesse de filtration $V = 0{,}0045$ m/s.

Ce chiffre, qui diminue rapidement avec la porosité, fait ressortir la petitesse d'écoulement de l'eau dans le sable. Toutes les expériences ont confirmé cette faible vitesse. « A Francfort-sur-le-Main, qui est alimentée en eau potable par l'eau de la nappe des alluvions de la rivière, on a constaté que pour parcourir verticalement 14 m, l'eau met trois semaines et pour parcourir horizontalement 500 m, elle met trois ans. La vitesse de circulation verticale est ainsi seulement de 0,70 m environ par 24 heures, la vitesse horizontale de 0,50 m (1).

Ainsi se trouvent justifiées les hypothèses faites sur la laminarité de l'écoulement.

Les unités.

Le problème des unités ne s'est pas posé à Darcy. Son coefficient est homogène à une vitesse et il emploie le mètre et la seconde. Au

(1) A. Cauvin, *Cours d'hydraulique.*

surplus, c'est, comme nous l'avons dit, un ingénieur moins sensible qu'un physicien à la notion de dimension. Très sagement, l'hydraulique générale s'en tient aux unités de vitesse. Au laboratoire, K se mesure en général dans le système CGS en centimètre/seconde. Par contre, dans la pratique le m/s est mieux adapté, la hauteur du barrage se chiffre en mètres et il est plus facile d'exprimer un débit en m^3/s qu'en cm^3/s.

On peut faire à ces unités le reproche d'être très grandes par rapport aux perméabilités usuelles. Les terrains naturels ont des valeurs de K qui varient entre 1/10 et 1/10 000 de cm/s ou 1/1 000 et 1/1 000 000 de m/s, cet inconvénient disparaît en écrivant tout simplement une puissance de 10 avant le chiffre significatif.

Mais les ingénieurs sont incorrigibles. L'enfant se résigne difficilement à écouter la voix de la sagesse ; nous restons tous de grands enfants. Appelés par les prospections géologiques et les recherches de pétrole à mesurer de très nombreuses perméabilités, ce n'est pas en termes de vitesse que les pétroliers se sont exprimés comme le voulait la logique, mais dans un système simpliste et incohérent.

L'unité officiellement adoptée par l' « American Petroleum Institue », le darcy, est due à Wyckoff, Bodset, Muskat et Road (*Revue of Science & Industry*, 1933, 4, 394).

Sa définition est la suivante :

— Un darcy est la perméabilité d'un milieu poreux, débitant 1 cm^3/s à travers une surface de 1 cm^2 sur l'effet d'un gradient normal à cette surface de 1 atmosphère (75 cm de mercure) par cm.

76 cm de mercure équivalant à 10,33 m d'eau, le darcy vaut : 1/1 033 cm/s ou, environ, 10^{-3} cm/s.

Le darcy est un hommage rendu par l'Amérique à la France, malheureusement c'est un être difforme. Certains pourront regretter que le nom d'un Français éminent, bien que trop peu soucieux du problème dimensionnel, se trouve ainsi associé pour la postérité à une incohérence dimensionnelle flagrante.

Un autre darcy, antérieur au précédent, est dû à P. G. Nutting (*American Association of Petroleum Engineers*, 1930, 14, 1937). Le gradient entrant dans la définition est 1 000 000 dynes par cm^2. Le milli-darcy vaut 1/1 000 de darcy.

III. — LES SUCCESSEURS DE DARCY

Perméabilité géométrique.

C'est à Joseph Boussinesq qu'il faut faire remonter le premier calcul précis conduisant à séparer, dans le « coefficient de perméabilité » de Darcy, ce qui tient au fluide (à sa viscosité) et ce qui tient au milieu (à la dimension et à l'arrangement des grains), c'est-à-dire la perméabilité relative de la perméabilité absolue ou perméabilité géométrique. Reprenant un cheminement d'idées déjà indiqué par

Dupuit (dont nous reparlerons plus longuement à propos des nappes). Boussinesq se réfère aux expériences publiées, en 1840 par Poiseuille, sur l'écoulement des fluides dans les tuyaux capillaires de section constante. Poiseuille avait annoncé que le débit était proportionnel à la première puissance de la charge par unité de longueur et à la puissance 4e du diamètre du tube, formule que nous écrivons aujourd'hui sous la forme :

$$Q = \frac{dp^+}{dx} \frac{\pi D^4}{128\ \mu}$$

La première partie du théorème annonce la loi de Darcy : nous sommes en régime laminaire ; la deuxième partie, en faisant intervenir le diamètre du tube, nous achemine vers l'élimination du fluide. Les expériences de Poiseuille ont porté sur d'autres liquides que l'eau, notamment l'éther et le résultat obtenu montre que Q/S ou $Q/(\pi D^2/4)$ est proportionnel au carré du diamètre. La loi de Poiseuille permet ainsi de dire que le coefficient de Darcy varie comme le carré du diamètre et en raison inverse de la viscosité. On a pris l'habitude d'écrire :

$$K' = P/\mu$$

et :

$$K = K'\rho g = g(P/\nu)$$

P étant la perméabilité géométrique, paramètre ayant les dimensions d'une surface et dépendant de la dimension des grains, de leur forme et de leur arrangement.

Si l'on considère une masse poreuse imprégnée d'eau, le fluide, occupant les interstices entre les grains de sable, possède, dans toute région un peu étendue, de lents mouvements suivant une certaine direction générale, formant par leur continuité, ce que Boussinesq appelle des « tubes de transpiration ». Les parois de ces tubes fictifs se composent partiellement de la surface des grains de sable, partiellement du fluide à peu près immobile qui remplit ceux des interstices aux issues desquels ils se trouvent soumis à la même pression. Le fluide mort qui remplit ainsi les interstices latéraux s'ouvrant sur les « tubes de transpiration » a pour rôle durant la filtration, de transmettre la pression d'un tube à l'autre et de rendre solidaire, au point de vue de la pression, les tubes voisins qu'il sépare.

Ainsi prend naissance avec Boussinesq une première schématisation du problème, une famille de tubes capillaires partiellement solidarisés.

Les travaux de Slichter.

Parallèlement aux travaux de Boussinesq et, en partie, indépendants de lui, un savant américain du Minnesota, Charles Sunner Slichter, qui présida trois ans l'Académie du Wisconsin, s'est consacré aux études d'hydrodynamique et à des recherches théoriques et expérimentales sur le mouvement des eaux souterraines. Ses travaux ont été publiés dans l'*United States Geological Survey* (1897-1898). Il s'y livre d'abord à une étude géométrique de l'empilage systématique

des sphères, dont, comme Boussinesq, il assimile le vide à des tubes de Poiseuille. Il montre que la perméabilité est proportionnelle au carré du rayon des sphères et donne une formule pour relier la porosité (rapport du volume des vides au volume apparent du sol) à la perméabilité.

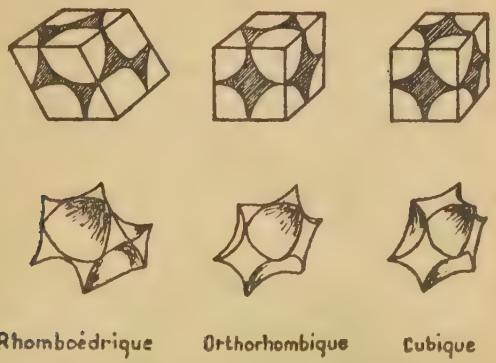


Fig. 4. — Les empilages de Slichter.

Les arrangements les plus simples sont l'arrangement cubique, l'arrangement orthorhombique et l'arrangement rhomboédrique. Les porosités géométriques sont les suivantes :

— arrangement cubique : 47,64 % ;
— arrangement orthorhombique : 39,54 % ;
— arrangement rhomboédrique : 25,95 %.

L'arrangement rhomboédrique est le plus dense.

Un sol à granulométrie uniforme et à grains sensiblement sphériques a donc, théoriquement, une porosité minimale de 26 %. Cette valeur est d'ailleurs à considérer comme une limite qui ne sera pas atteinte dans la pratique, car les édifices réels de grains se distinguent des arrangements théoriques de sphères par le fait que tous les grains voisins ne se touchent pas. Ceci est dû aux frottements entre les grains qui provoquent des effets de voûte et d'arc-boutement. Le même sol, dans son état le moins dense, peut atteindre des porosités atteignant 50 %, la valeur légèrement supérieure à celle qui correspond à l'arrangement cubique.

Lorsqu'il y a des grains de diamètres différents, le problème devient rapidement très complexe. La porosité du mélange est plus faible que la porosité des massifs formés de grains de même diamètre. Ceci s'explique par le fait que les grains les plus fins comblent, dans une certaine mesure, les vides que laissent entre eux les grains les plus gros.

Slichter va plus loin : la loi de Darcy lui suggère une autre schématisation qui va s'avérer très féconde. Elle consiste à substituer au milieu réel, discontinu et hétérogène, un milieu fictif, continu et homogène, caractérisé par sa perméabilité.

La loi de Darcy étant unidimensionnelle permettait d'écrire dans le sens de l'écoulement la vitesse de filtration, vitesse fictive, sous la forme :

$$\vec{V} = - K \frac{dh}{dx}$$

Slichter généralise dans un espace fictif à trois dimensions et écrit en un point :

$$\vec{V} = - K \overrightarrow{\text{grad}}\ h$$

Le vecteur vitesse de filtration est proportionnel au gradient de la charge. Il rapproche cette équation de l'équation de continuité du fluide supposé incompressible : div V = 0.

La divergence d'un gradient est un laplacien.

D'où, finalement : $\Delta \vec{h} = 0$.

Slichter donne le premier l'équation de Laplace comme équation fondamentale de l'hydrologie souterraine des fluides incompressibles. La fonction *h* est harmonique. Toute la théorie des potentiels et des transformations conformes est ainsi offerte à cette branche de l'hydraulique. Grâce à elle, beaucoup de problèmes pratiques vont être aisément résolus, à l'aide notamment, des techniques de l'analogie rhéoélectrique dont le développement a été considérable ces dernières années.

Nous n'insisterons pas sur les applications des potentiels développés par Slichter et bien d'autres depuis ; ce chapitre de l'hydraulique est devenu un chapitre de l'algèbre et de la géométrie.

L'isotropie implique la constance de K, donc l'isotropie « moyenne » du milieu poreux.

Darcy et Navier.

L'équation de Darcy (généralisée par Slichter) est une relation entre la vitesse et le gradient de la charge, c'est une équation dynamique. Or, en 1822, Navier a lu à l'Académie des Sciences un mémoire sur la dynamique des fluides visqueux où il écrit l'équation d'équilibre entre les forces agissant sur l'unité de masse en un point du fluide,

pression — pesanteur + viscosité + inertie = 0

qui s'écrit en notation moderne :

$$\frac{1}{\rho} \overrightarrow{\text{grad}}\ p^{+} - \nu \Delta \vec{V} + \vec{\Gamma} = 0$$

Elle ne doit pas différer de celle de Darcy dans le cas particulier où ce dernier s'est placé. On le vérifie en effet. Elle est linéaire en V si Γ est nul, c'est-à-dire si l'on peut négliger les forces d'inertie, ce qui suppose V petit ou l'écoulement sensiblement uniforme.

Certains s'étonnent parfois de ce que la même équation de Laplace $\Delta\varphi = 0$ régisse deux types d'écoulement aussi différents que l'écoulement potentiel d'un fluide parfait pesant, où l'énergie se conserve,

et l'écoulement laminaire d'un fluide visqueux qui, par définition, dissipe de l'énergie. C'est que cette équation est purement cinématique. Elle traduit seulement l'incompressibilité du fluide et ne préjuge en rien du schéma dynamique qui est à sa base. S'appliquant ainsi à des phénomènes divers, elle rend possible de multiples analogies.

C'est en utilisant cette propriété qu'à la fin du siècle dernier Heleshaw a pu utiliser un écoulement visqueux entre deux lames planes parallèles pour visualiser les lignes de courant de l'écoulement potentiel à deux dimensions d'un fluide parfait. Malgré la signification physique très différente des deux phénomènes, l'unicité de solution de l'équation de Laplace conduit à des lignes de courant identiques. C'est le même principe qui justifie l'analogie électrique.

Anisotropie du terrain.

L'extension faite par Slichter de la loi unidimensionnelle de Darcy a un espace à trois dimensions suppose cet espace homogène et isotrope. D'une part, le coefficient K est le même en tous les points et dans toutes les directions, et d'autre part, la vitesse de filtration est dirigée suivant le gradient de la charge.

On généralise pour un milieu anisotrope. On peut continuer à y définir en chaque point une charge φ. Du champ de la charge hydraulique, résulte le champ du vecteur $\vec{G} = \overrightarrow{\text{grad}}\,\varphi$, normal en tout point aux surfaces équipotentielles du champ. Par ailleurs, l'écoulement est caractérisé, nous l'avons vu, en chaque point, par un vecteur vitesse de filtration $\vec{V}$. La relation entre ces deux vecteurs, qui n'ont plus toujours la même direction, dépendra des propriétés du terrain et du fluide, de telle sorte que, pour le mathématicien, la perméabilité relative se définira logiquement comme l'opérateur permettant de déduire du vecteur gradient de charge, le vecteur vitesse de filtration.

L'opération est linéaire en vertu de la loi de Darcy, les trois composantes, V_1, V^2, V^3 du vecteur $\vec{V}$ s'écrivent donc linéairement en fonction des trois composantes du vecteur $\vec{G}$. D'où un tableau de neuf chiffres caractérisant la transformation géométrique, linéaire et univoque qui permet de passer de $\vec{G}$ à $\vec{V}$.

Au lieu des trois équations linéaires faisant intervenir les neuf « paramètres de perméabilité », on écrira l'équation unique, très voisine de celle Slichter et, comme elle, indépendante des axes de référence :

$$\vec{V} = - \bar{\bar{K}}\,\vec{G}$$

où $\bar{\bar{K}}$ est le tenseur généralement symétrique (1) défini par ses neuf composantes.

(1) Sur le tenseur perméabilité et sa dégénérescence, on consultera les belles études de Jean Ferrandon (1948) et de Anglès d'Auriac.

La théorie des écoulements en milieu poreux se raccorde ainsi à un autre chapitre de la mécanique — linéaire comme lui — celui de l'élasticité dont elle va pouvoir utiliser les méthodes, notamment toutes les possibilités de calcul et de représentation géométrique offertes par l'analyse tensorielle.

Filtration isotherme d'un gaz.

Nous avons supposé implicitement que le fluide évoluant était un liquide. La théorie se transpose aisément à la filtration isotherme d'un gaz. Il sera alors plus commode d'écrire la loi de DARCY sous la forme gradient de pression :

$$\vec{V} = - K' \overrightarrow{\text{grad}}\ p^+$$

Mais il faut faire état de la compressibilité du fluide.

L'équation d'état $Q = c^{te}$ est à remplacer par la loi isotherme $p/\rho = c^{te}$ du gaz supposé parfait.

L'équation de continuité en régime permanent : div $QV = 0$ donne alors $\Delta p^2 = 0$.

La solution relève encore de l'équation de LAPLACE qui caractérise ainsi la permanence plus que l'incompressibilité.

Conditions aux limites, nappes souterraines.

L'expérience de DARCY concerne un écoulement « en charge », le fluide est enfermé dans une colonne et aucune condition de pression n'est imposée sur le pourtour de la veine fluide. Une adaptation est nécessaire pour passer de la colonne en charge de DARCY à une nappe à « surface libre ». Cette adaptation a été presque immédiate. C'est à un contemporain de DARCY — comme lui ingénieur des Ponts et Chaussées — Arsène Jules Emile Juvénal DUPUIT, que nous devons la célèbre formule du puits. Cette formule qu'il donne en 1863 a peut-être été trouvée simultanément par l'ingénieur allemand THIEM, qui ne la publie qu'en 1870.

Le problème est le suivant : une nappe à fond imperméable et sensiblement horizontal imprègne un milieu poreux mais est limitée à sa partie supérieure par une surface libre (ou surface de saturation) où la pression est atmosphérique. On y creuse une tranchée (problème plan) ou un puits circulaire (problème de révolution) où l'on prélève un débit Q. Quelle est, en régime permanent, la loi de l'écoulement et notamment la forme de la surface libre ?

Les études antérieures de DUPUIT sur les écoulements à surface libre le qualifiaient particulièrement pour répondre à cette question. Il l'aborde avec les simplifications qui nous sont devenues classiques pour l'écoulement « graduellement varié » dans un canal :

a) hypothèse des tranches ou anneaux verticaux supposés animés sur toute leur hauteur de la vitesse horizontale V ;

b) pentes faibles — en particulier celle de la ligne d'eau — courbures négligeables, d'où l'hydrostaticité des pressions.

Seule diffère l'hypothèse de la perte de charge, quadratique dans un canal elle est ici linéaire selon DARCY, et il y a un potentiel des vitesses. Le problème est donc plus simple. DUPUIT écrit, selon DARCY, que la vitesse est proportionnelle à la pente de la ligne d'eau. L'équation s'intègre aussitôt et donne une loi parabolique pour la tranchée, logarithmique pour le puits de révolution.

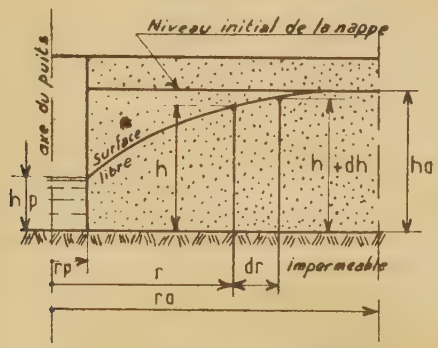


FIG. 5. — Le calcul de DUPUIT.

Le calcul schématique de DUPUIT, convenablement vérifié pour les débits, l'est moins en ce qui concerne l'évolution du niveau de la surface libre et notamment le « rayon d'action » du puits, distance à partir de laquelle le niveau hydrostatique commence à être influencé.

On lui reproche surtout de négliger la composante verticale de la vitesse de filtration, ce qui n'est admissible que si la surface libre rabattue ne présente que de faibles pentes. Il en résulte que le cône de rabattement se raccorde directement au plan d'eau dans le puits, ce qui est nettement contredit par l'expérience.

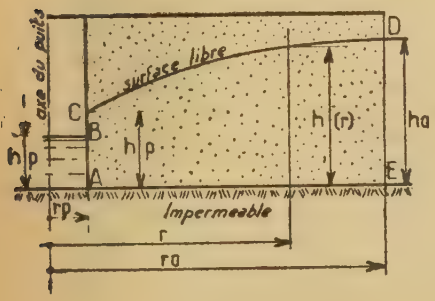


FIG. 6. — Calcul de DUPUIT rectifié.

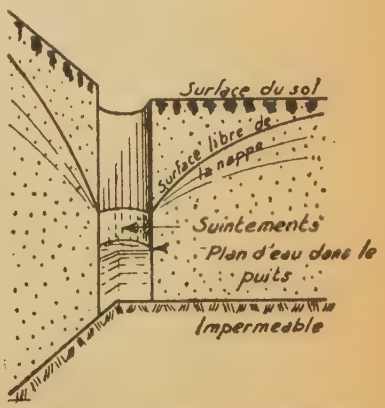


FIG. 7. — Surface de suintement.

Pour les rabattements un peu importants, il se produit un décrochement entre la surface libre et le plan d'eau dans le puits, décrochement lié aux composantes verticales de l'écoulement.

L'insuffisance de la théorie simpliste de Dupuit apparaît de façon flagrante dans le cas où le débit est tel que le puits soit asséché, la section du débouché devient nulle et l'eau doit affluer avec une vitesse infinie, ce qui est évidemment impossible.

De nombreux auteurs ont donc repris en régime permanent le calcul de Dupuit en ne négligeant plus la courbure mais en faisant alors état de la « potentialité » de l'écoulement : Tcharnyl, Vibert, Pires, Charles Jaeger.

Vibert écrit qu'en régime permanent l'équilibre dynamique de la surface libre de la nappe est obtenu lorsque le débit qui s'écoule à travers le massif filtrant est maximal (principe de Belanger), il détermine ainsi l'équation de la courbe AC ainsi que la formule donnant le débit du puits. La concordance est très satisfaisante entre théorie et expérience.

A signaler également les belles études de Forscheimer, J. Ferrandon, M. Boreli, G. Schneebeli et P. Huard de la Marre.

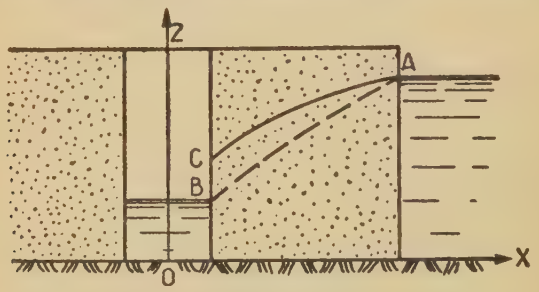


Fig. 8.

Ecoulements non permanents.

L'expérience de Darcy suppose aussi la permanence de l'écoulement. Mais la permanence est un état idéal qui n'est jamais rigoureusement réalisé dans la pratique. Les écoulements sont tous, plus ou moins, non permanents. Comme dans le problème de la turbulence, plusieurs ont été ainsi conduits à se demander si certains écarts observés entre la théorie et l'expérimentation des nappes à surface libre n'était pas due à ce que la permanence n'était que l'aspect statistique et moyen d'un écoulement non permanent.

Il y a quelque trente-cinq ans, un ingénieur agronome, P. Porchet, a présenté un calcul des nappes s'affranchissant de l'hypothèse simplificatrice de Dupuit : l'horizontalité des vitesses. Il suppose l'équation de la surface libre $v = f(x)$ fonction, en outre, du débit q de la nappe et écrit la loi de Darcy pour le passage d'un régime à un autre, c'est la schématisation dite d'un « écoulement permanent fictif ». D'autres auteurs ont plus récemment repris le calcul de Porchet

en régime spécifiquement variable. Le fluide étant incompressible, la fonction qui définit la charge est harmonique, mais la surface libre varie. Si l'on suppose le fond étanche et horizontal, H la puissance de la nappe, *e* la porosité et K la perméabilité du milieu poreux, l'équation de continuité sur la surface libre $h(x, y, t) = 0$ permet d'écrire :

$$\Delta h = \frac{e}{KH} \frac{\partial h}{\partial t}$$

L'équation est du type parabolique, le laplacien est complété par la dérivée première par rapport au temps.

On aboutit à la même équation dans un écoulement en charge si l'on écrit l'équation de continuité pour un fluide compressible :

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div. } \rho \vec{V} = 0$$

En régime variable et avec les simplifications admises, la loi de la profondeur d'une nappe fluide incompressible est la même que la loi des pressions d'un fluide en charge compressible :

$$\Delta \varphi = \frac{l}{C} \frac{\partial \varphi}{\partial t}$$

C'est l'équation dite « de la chaleur » où l'absence de dérivée seconde temporelle traduit l'absence d'inertie du phénomène.

Venant peu après Fourier, Joseph Boussinesq signale, le premier, l'analogie entre la propagation de la chaleur et celle des frottements dans un fluide, entre la diffusivité thermique et la diffusivité visqueuse.

L'utilisation analytique ou graphique de l'équation de la chaleur fait actuellement l'objet de nombreuses études (Jacob, Theis).

Insuffisance de la loi de Darcy.

La loi de Darcy, du fait de sa simplicité et des avantages que présente la résolution des problèmes pratiques l'intervention des potentiels harmoniques, constitue donc la base de la théorie des écoulements de filtration. Cependant, on s'est vite aperçu que la loi de Darcy n'était plus valable dans le domaine des vitesses élevées. Entre 1920 et 1933, notamment, des expériences très nombreuses sont réalisées par Zunker, Faucher, Lewis, Barnes, Lindquist et d'autres. Ils constatent tous une déviation par rapport à la loi de Darcy, déviation croissant progressivement avec la vitesse. Elle se manifestait par ailleurs d'autant plus vite que la granulométrie des matériaux était plus grossière.

Or, vers la même époque, l'hydraulique des conduites progressait à grands pas. Les travaux de Blasius et de Nikuradse, les théories de Prandtl et de von Karman sont publiées entre 1913 et 1933. Il était alors naturel d'expliquer la non-validité de la loi de Darcy aux fortes vitesses en faisant appel une fois de plus, à l'analogie de l'écoulement dans les tuyaux. La déviation de la loi de filtration, par rapport à la loi linéaire de Darcy, était ainsi attribuée à l'apparition de la turbulence.

Notons que la théorie de l'écoulement turbulent en milieu poreux (vitesse proportionnelle à la racine carrée du gradient de charge) a déjà fait l'objet d'un certain nombre d'études qui comportent des applications importantes, notamment pour l'étude des digues en enrochements.

Cependant, il apparut vite que l'analogie avec les tuyaux n'était pas satisfaisante :

— d'une part les nombres de Reynolds correspondant à l'apparition des déviations sont beaucoup plus faibles que ceux qui auraient correspondu à l'apparition de la turbulence ;

— d'autre part, les courbes qui donnent le coefficient de perte de charge en fonction du nombre de Reynolds $\lambda = f(R)$ ne présentent pas la discontinuité caractéristique du changement de régime que l'on observe dans les tuyaux.

En 1933, le Capitaine Lindquist expose à Stockholm, pour la première fois, la théorie selon laquelle l'écoulement dans un milieu poreux reste laminaire au-delà de la limite de validité de la loi de Darcy. Il explique les déviations constatées au nombre de Reynolds les plus faibles, non par l'apparition de la turbulence mais par l'action des forces d'inertie. Il faut renoncer à l'analogie de l'écoulement uniforme et admettre que les espaces entre les grains constituent une suite d'élargissements et de rétrécissements brusques, pour lesquels les pertes de charge sont, on le sait, quadratiques.

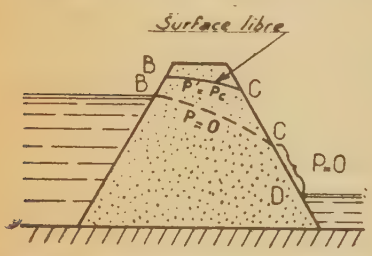


Fig. 9. — Prise en compte de la capillarité.

Armand Mayer cite les expériences faites en 1886 par Piefke à Berlin, qui montrent que la loi de Darcy ne s'applique que pour un mouvement très lent de l'eau, et il la complète par des observations de Forscheimer concluant que, pour des sables spécialement calibrés, la loi de Darcy n'est applicable en toute rigueur que dans des limites assez étroites. Au-delà il faut prendre des expressions de la forme $i = \alpha V + \beta V^2$. Cependant, dans la pratique courante de l'ngénieur la loi de Darcy reste applicable sans correction dans la plupart des cas.

Autres problèmes.

Le problème se complique encore par l'intervention de facteurs correctifs, notamment la tension superficielle. On a en outre affaire souvent à plusieurs fluides : eau douce et eau salée, liquide et gaz. Tout un corps de doctrine est en train de s'élaborer à l'occasion des recherches de pétrole permettant de mieux comprendre les limites de validité de la loi de Darcy, de préciser coefficients et exposants pour de fluides autres que l'eau, intervenant simultanément sous plusieurs phases.

Toutes ces études soulignent en outre la parenté de notre problème avec d'autres corps de doctrine en cours d'élaboration — le génie

chimique, notamment. La mécanique des émulsions, transports solides, suspensions à concentrations élevées, apparaît à certains égards comme une étape intermédiaire entre le problème simple du glissement d'un fluide en présence d'un obstacle et la mécanique du milieu poreux où les particules sont immobiles, ce qui en fait un cas limite.

IV. CONCLUSION

Cas particulier de l'équation générale de la dynamique des fluides' la loi linéaire de Darcy est pratiquement valable au moins en première approximation. Elle supposait, au départ, un nombre important de simplifications :

— permanence, — continuité,
— laminarité, — isotropie,
— uniformité, — unicité du fluide.

C'est en s'écartant de ces hypothèses simplificatrices que la recherche s'engage aujourd'hui dans des voies nouvelles à la fois théoriques et expérimentales.

— Régimes variables des nappes à surface libre ou des fluides compressibles en charge mettant en jeu non plus l'équation de Laplace mais celle de Fourier sur la propagation de la chaleur.

— Abandon de la linéarité de Darcy pour des exposants plus compliqués, notamment la quadraticité pour la turbulence pure.

— Fluide sous plusieurs phases : deux liquides ou liquide et gaz.

Si les objectifs se dispersent, par contre, suivant un processus fréquent, les méthodes se rejoignent. Comme vous l'avez remarqué au passage, le chapitre de l'hydraulique souterraine recoupe d'autres chapitres, de plus en plus nombreux : écoulements potentiels, élasticité, algèbre linéaire, propagation de la chaleur, génie chimique.

L'expérimentation — qui chemine parallèlement — utilise les nouvelles méthodes directes ou analogiques que la physique permet aujourd'hui : électronique, traceurs radioactifs, etc. La collection de chiffres et de documents relatifs aux perméabilités s'accroît à un rythme tel que l'on commence à craindre, comme dans d'autres branches des techniques, de voir les travaux de mise en ordre et d'interprétation en retard sur l'expérimentation.

Ainsi c'est un chapitre de l'hydraulique qui progresse très vite, mais où il reste de larges possibilités offertes aux investigations des chercheurs : mathématiciens, physiciens, ingénieurs.

BIBLIOGRAPHIE

H. Darcy, *Les fontaines publiques de la ville de Dijon.* 1856.
Marcel Brillouin, *Leçons sur la viscosité des liquides et des gaz.* Gauthier-Villars, 1907.
A. Boulanger, *Hydraulique générale.* Doin, 1909.
A. Mayer, *Les terrains perméables.* Dunod, 1954.
Symposium Darcy. « Centenaire de la loi », 1956.
Hunter Rouse et Simon Ince, *Histoire de l'hydraulique.* Iowa, 1957.
G. Schneebeli, *Etudes diverses.*

NOMINATIONS [1]

PARIS. — M. NACHBIN, membre de l'Académie Brésilienne des Sciences, est nommé Professeur associé.

Les Professeurs TTP ci-dessous désignés, sont nommés Professeurs titulaires (Centre d'Orsay) : MM. CHAPELLE (Physique), DODE (Chimie), MICHEL (Chimie minérale), LHERITIER (Biologie générale), GUINOCHET (Biologie végétale), MOYSE (Physiologie végétale).

MM. BROCHARD, CABANNES, LESIEUR et MAZET sont nommés Professeurs TTP.

PARIS (Muséum). — M. CHABAUD (Alain), MdC à la Faculté de Médecine de Paris, est nommé titulaire de la chaire des Vers.

ALGER. — M. FRAISSE, MdC, est nommé titulaire de la chaire de Mathématiques.

MM. DUMONTET et GOURINARD sont nommés Professeurs TTP.

M. GIRAUD et M. SUZOR, Maître de Recherches au C.N.R.S., sont nommés MdC.

BORDEAUX. — MM. ALLARD et CREAC'H sont nommés Professeurs TTP.

BESANÇON. — MM. CHALEAT et UEBERSFELD sont nommés Professeurs TTP.

CAEN. — MM. CONIA, MONIER, PAREYN et REY sont nommés Professeurs TTP.

M. GIRAULT est titularisé MdC (Collège Scientifique Universitaire de Rouen.

CLERMONT-FERRAND. — M. PARLAUD, Professeur sans chaire est nommé titulaire de la chaire de Physique.

DIJON. — M. ARBAULT est nommé Professeur TTP.

GRENOBLE. — M. le Professeur WEIL est nommé Doyen.

MM. BOUCHEZ, LLIBOUTRY et MICHEL sont nommés Professeurs TTP.

LILLE. — M. WATERLOT, titulaire de la chaire de Géologie houillère est transféré dans la chaire de Géologie et Minéralogie.

MM. HEUBEL et PEREZ sont nommés Professeurs TTP.

LYON. — M. SARAZIN, MdC à Alger, est nommé titulaire de la chaire de Physique nucléaire (dern. titulaire, M. Thibaud).

M. BOIDIN est nommé Professeur TTP.

MARSEILLE. — M. PAILLARD, Professeur sans chaire, est nommé titulaire de la chaire de Psychophysiologie.

---

(1) Pour alléger le texte nous avons utilisé les abréviations suivantes : Professeur TTP = Professeur à titre personnel ; MdC = Maître de Conférences ; CdT = Chef de Travaux

La Rédaction de la R. G. S. *remercie la Direction de la Revue* Enseignement Supérieur et Recherches Scientifiques aux Pays-Bas *et en particulier M. F. P. Thomassen, Chef de la Section Information et Documentation du NUFFIC (Netherlands Universities Foundation for international Cooperation) d'avoir bien voulu autoriser la publication dans la* R. G. S. *de l'article suivant du Professeur Sj. Groenman.*

Nouvelles Formes de Vie universitaire

par Sj. GROENMAN,

Professeur aux Universités de Leyde et d'Utrecht.

La prudence, qui doit caractériser le sociologue lorsqu'il parle du développement futur de l'enseignement supérieur et des institutions, où celui-ci est concentré, me pousse à me demander si je ne dois pas mettre un point d'interrogation après le titre de cet article, formulé avec tant de désinvolture. Ce qui m'a porté à vaincre mon hésitation est la conviction que la naissance de nouvelles formes de vie universitaire est inéluctable. L'université — et l'école supérieure en moindre mesure sans doute — (mais ceci dépasse quelque peu mon jugement), est en effervescence, mieux encore, en effervescence manifeste, ce qui ne peut aboutir qu'à la naissance de formes nouvelles.

Le processus qui conditionne cette naissance ne se déroule pas de façon automatique en échappant en quelque sorte à notre volonté, à notre participation consciente. Ces tendances doivent leur existence à la faculté humaine de conférer aux choses leur forme et leur sens. Elles ne sont pas accidentelles et vagabondes et sans rapport avec nous. C'est pourquoi, en dénonçant les facteurs agissants de ces tendances, nous sommes dans la possibilité d'influencer leur développement. Si je me décide, néanmoins à consacrer tant de paroles à cette influence et aux possibilités de l'exercer, qui sont réelles, cette ajoute n'est pas superflue. Je veux dire par-là que nous devons déterminer notre attitude et prendre réellement conscience de ce qui se passe et non pas faire n'importe quoi en nous laissant aller à la grâce de Dieu. Mais comment comprendre ce terme « nous » ? Il se prête à une double interprétation. « Nous », cela peut vouloir dire : l'ensemble des hommes qui constituent la société et qui modifient la structure de cette société en posant certains actes et en en omettant d'autres ; « nous » peut aussi vouloir dire : tous ceux qui sont directement intéressés à l'université et à l'école supérieure. C'est à ce second « nous » que j'ai pensé

dans ce contexte. *Nostra res agitur.* Les universitaires ont le devoir de se pencher sur l'évolution que la science et l'enseignement subissent dans notre société. Ils devront participer à l'orientation de cette évolution et ils devront le faire sur la base de connaissances approfondies.

On ne peut pas nier que les étudiants et le cadre enseignant portent un vif intérêt à la voie dans laquelle la science et la formation scientifique se sont engagées. Force m'est hélas d'ajouter que les milieux universitaires sont insuffisamment informés. Ces milieux se prêtent à la recherche objective et, par conséquent, à l'établissement de faits qui se laissent contrôler objectivement. Les opinions peuvent diverger sur la nature du développement à préconiser. Mais tant qu'une extrême divergence de vues est permise sur ce qui touche à la structure même et au caractère intime de la communauté universitaire, la seule conclusion possible est que les opinions concernant les relations effectives qui ont lancées souvent avec tant de force de persuasion, ne peuvent être basées que sur des connaissances incomplètes, pour ne pas dire arbitraires, et qui plus est, sur des passions et des idéologies subjectives et fort peu scientifiques, ce qui est certainement tout aussi grave. Ce qui nous fait totalement défaut, c'est une sociologie établie de la vie universitaire.

Le créateur de la sociologie néerlandaise, S. Rudolf Steinmetz, a proféré le reproche au début de ce siècle, que nous autres Hollandais, nous avons apporté plus d'attention aux pierres qu'à nous-mêmes. Nous nous efforçons, entre temps, de rattraper ce retard dans l'introspection. Néanmoins, il reste étrange que l'université, qui pourtant a fait une grande place aux sciences de l'homme, tombe dans une erreur telle que Steinmetz a signalée. Elle confère son attention au sort des peuples et des pays sous-développés, à des groupements professionnels, à la famille, à des éléments qualifiés d'asociaux. Mais elle ne s'occupe pour ainsi dire pas d'elle-même comme objet d'étude sociale. Ici, l'université est en défaut. Celui qui tient à préciser dira : c'est la sociologie qui est en défaut. Que ce soit donc un sociologue qui entreprenne la défense du bon droit d'une sociologie des milieux universitaires dans l'acception la plus large du terme. Je reconnais que cette sociologie n'est plus à créer. Celui que cela intéresse pourrait même discerner les contours d'une spécialisation nouvelle et indispensable. Or, les premières tentatives hésitantes entreprises pour atteindre le stade de la recherche de cette nouvelle spécialisation ont démontré que le sujet humain, qui est en cause, est cette fois encore récalcitrant.

Récalcitrant, non pas spécialement à se laisser examiner, mais récalcitrant surtout à reconnaître comme approchants de la réalité, les résultats de cet examen et tout particulièrement lorsque ces résultats risquent de renverser des conceptions religieusement cultivées. L'exercice systématique d'une sociologie de la vie universaitaire doit s'attendre à ce que les résultats de ses recherches soient encore longtemps mis en doute.

Etant donné que jusqu'ici nous ne pouvons communiquer que peu de chose avec pertinence de la vie universitaire, il n'est pas si facile

d'en parler en connaissance de cause. Quelques indications s'offrent pourtant, qui pourraient constituer le point de départ d'un exposé des formes nouvelles dans lesquelles cette vie communautaire pourrait être fixée. D'abord, pendant la période d'après guerre, dans la fièvre du renouvellement, il a immédiatement été question de la création de formes nouvelles. En tant que sociologue, je suis donc libre d'examiner jusqu'à quel point les formes que l'on envisageait à cette époque correspondaient en réalité à l'évolution, que les institutions d'enseignement supérieur auraient à subir dans la suite, ou si elles y étaient étrangères, ou peut-être même opposées.

Un second point de départ nous est fourni tout naturellement par l'étude des récents projets de décentralisation de l'enseignement supérieur. Nous ne pouvons pas entreprendre l'exposé de ces projets dans le cadre de cet article. Ils peuvent toutefois nous amener à formuler un certain nombre de pensées.

Il est déjà apparu clairement que ledit rapport de décentralisation a eu comme mérite principal de dénoncer notre manque de connaissance de la vie universitaire, et ce en termes d'argumentations savantes, mais contradictoires. L'urgence d'une sociologie de la vie universitaire apparaît de la sorte et il est regrettable que les décisions portant sur la décentralisation de l'enseignement supérieur ne peuvent attendre les résultats du développement de cette spécialisation.

Avec ces deux points de départ, la possibilité d'une incursion sociologique de sélection semble s'offrir.

Le climat des premières années d'après guerre a été caractérisé par le désir de collaboration et d'intégration. On ne se posait pas la question de savoir jusqu'à quel point celles-ci étaient pratiquement réalisables. Je ne crois pas que nous devons le regretter. Si l'on avait été sceptique, entravé par la connaissance des faits, on se serait épargné de nombreux efforts de collaboration. L'enthousiasme déployé pour arriver à une collaboration a sans aucun doute influencé favorablement la création des conditions nécessaires à sa réalisation effective.

Les milieux académiques connaissent eux aussi ce désir de groupement, de collaboration et d'échanges de vues, et nous avons toute raison de nous en réjouir sincèrement. Mais nous avons le devoir de déceler les possibilités objectives d'intégration, que le plus grand enthousiasme ne peut ignorer. Depuis la Libération, nous avons appris à parler de « communauté universitaire » et de « *civitas academica* ». Nous pouvons ici penser à une coordination organique de tous les groupements au sein d'une même *alma mater* : professeurs, cadres, étudiants. Nous pouvons aussi penser à des groupements individuels d'enseignants et leurs instituts, ou encore à des groupements de simples étudiants. Quelle est la forme réalisable ? Solidarité, collaboration pure ou une interdépendance purement fonctionnelle ? La création d'une communauté, d'une « *civitas* » est-elle possible ? Ou devons-nous dépouiller ces termes de leur charge affective pour ne penser qu'à des unités de liaison assurant une organisation efficiente ? Pour introduire une autre distinction : les relations seront-elles manifestes, évidentes

et intensives, ou resteront-elles à l'état latent, pour ne se manifester que dans des circonstances toutes spéciales, telles que nous avons connues pendant la guerre, ou telles qu'elles ont semblé se présenter récemment lorsque l'on sonna le tocsin à pleine volée à l'occasion de la récusation d'un article de loi ? Je considère les liens comme latents lorsque les intéressés n'en prennent conscience qu'à l'occasion de cérémonies solennelles ou lorsqu'une université déterminée ou l'organisme universitaire en son ensemble ont valeur de symbole.

Comme sociologue, je ne me sens pas libre de voir dans l'université, dans sa forme actuelle, avec ses milliers d'étudiants, ses disciplines et instituts plus ou moins autonomes, autre chose qu'un ensemble assez incohérent et sans corrélation manifeste. En introduisant la distinction entre : « le groupement », où règne un échange direct de relations humaines, et la « collectivité », où ces relations sont indirectes, impersonnelles, mais où par contre sont présentes un certain nombre de valeurs centrales, auxquelles les intéressés se réfèrent, l'université peut être qualifiée de collectivité. Ceci impose des restrictions pour ce qui est du caractère de cette université en tant que « communauté » ou « *civitas* ».

Je désire appliquer à cette situation ce que je voudrais appeler l'hypothèse sociologique de la « zone morte ». En considérant les relations dans la famille, la rue, le voisinage, le quartier, la ville et la nation, il est clair que nous sommes intensément axés sur la famille. Au sein du cercle familial, nous entretenons des relations directes, intensives avec les autres membres de la famille. Il est également chose acquise, que nous avons conscience d'être citoyens néerlandais, habitants d'un même pays, partie intégrante d'un peuple. Il est déjà moins certains que nous nous sentions impliqués dans les communautés intermédiaires, qui portent un caractère administratif.

Entre le cercle de la famille et de son proche entourage d'un côté, et le pays entier de l'autre, il semble se trouver une « zone morte », vide d'intérêts et de solidarité. Dans le premier cas, nous possédons des relations manifestes, directes et intensives, dans l'autre cas les relations sont latentes, indirectes, mais pourtant ancrées au plus profond de notre être. Entre ces situations extrêmes, nos intérêts sont souvent vagues, faibles ou gratuits. Ceci est une des raisons pour lesquelles l'idée de l'unité de quartier en matière d'urbanisme est restée à l'état de rêve et a fini par être convertie en un principe d'unification de différents services d'ordre purement utilitaire et technique, où l'esprit de solidarité n'est pour rien.

Il est également remarquable que l'intérêt apporté aux élections générales est large et intensif, tandis qu'à côté, celui apporté aux élections provinciales et locales est généralement nourri du désir d'y trouver des indications pour les rapports nationaux. L'intérêt augmente dès que la commune devient plus petite, c'est-à-dire représente le voisinage plus ou moins proche de la famille.

En appliquant cette théorie de la « zone morte » à la vie universitaire, nous trouvons pour l'appuyer quelques indications de poids.

Personne chez nous n'ignore la lutte qui dure depuis des années déjà pour la mise au point du « *studium general* ». Le premier enthousiasme passé, nous avons décidé de ne pas viser trop haut quant au but à atteindre. Si quelques dizaines d'étudiants en font leur profit, c'est toujours un point de gagné. Pourtant, il me semble que nous pourrions obtenir de plus grands résultats avec le « *studium general* » pourvu que nous réussissions à contourner la « zone morte ». En général, l'étudiant montre de l'intérêt pour tout ce qui touche sa propre spécialisation. Il est même disposé, et je parle ici par expérience, à montrer son visage une fois de plus que de coutume quand un de ses propres professeurs prend la parole au *studium general*. Je ne pense pas que les motifs qui le portent à agir, n'aient aucun rapport avec ses intérêts scientifiques. En marge de sa propre spécialisation, l'étudiant s'intéresse tout de même un peu aussi aux problèmes du macrocosme, éclairés par des experts éloquents, dont l'université est sensée disposer en si grand nombre. La « zone morte » est constituée par la problématique qui appartient à des disciplines pour lesquelles l'étudiant ne se sent pas d'affinités.

Quelle est la valeur affective de la notion « université » ? Pour un grand nombre d'étudiants, l'université ce sont les cours qu'il suit, son institut ou un petit groupe d'intimes au sein de l'association d'étudiants souvent par trop fréquentée, qui compte ses membres par centaines et dont il fait partie. L'étudiant entretient des relations directes, manifestes et intensives dans un nombre de groupements plus petits, tels que cycles d'études, clubs de débats, clubs secondaires ou autres petits groupements établis sur une certaine base, mais à statut moins officiel, ou même, le cas échéant, rien qu'un cercle d'intimes. Au-dela, c'est la zone morte qui commence. Aux limites, il y a encore les liens latents qui le rattachent à l'université et qui ont effectivement valeur de symbole, mais en général on peut statuer que ces liens, entretenus par une partie des étudiants, dont le volume exact n'est pas encore connu, mais qui doit être assez grand, ne sont pas très étroits. Il me semble que pour rencontrer des attaches plus réelles et qui engagent un plus grand nombre d'individus, nous devons encore élargir le cercle pour aboutir à la collectivité des anciens universitaires, de ceux donc qui ont eu le privilège de suivre des cours à une université ou à une école supérieure et qui bénéficient, par ce fait, d'un certain prestige social, qui d'ailleurs n'est pas le même pour tous.

Ceux qui partagent mon avis sur ce qui précède (dans l'attente de sondages sociologiques futurs) sont à même de tirer avec moi la conclusion suivante. Nous constatons en matière de sociologie universitaire le même phénomène que nous avons déjà signalé pour l'urbanisme. Sous l'influence de la situation spéciale des années de guerre, alors que la pression du dehors avait pour effet d'intensifier les relations latentes, on en était arrivé à considérer les milieux universitaires comme un petit groupement qui rappelle l'idée de quartier dans l'urbanisme. C'est pourquoi les efforts entrepris dans l'après-guerre pour organiser une collectivité universitaire eurent si peu de chances

d'aboutir. Comme seconde conclusion, nous trouvons que la structuration de la collectivité universitaire ne revient fructueuse qu'à la condition de reconnaître la grande importance du petit noyau, au sein duquel des relations directes de solidarité intensive peuvent exister. Ce sont les petits groupements qui doivent constituer l'infrastructure de la *civitas* appuyés par la recherche de symboles communs à toute la collectivité. Ces valeurs peuvent être multiples : labeur désintéressé au service de la science, recherche de la vérité, objectivité scrupuleuse et tolérance. La mise en évidence de valeurs qui concernent tout le monde ira de pair avec la structure fédérative des disciplines à fonctionnement autonome et à localisation séparée. Les valeurs centrales, que j'ai essayé de formuler, sont plutôt celles de l'ancien universitaire de quelque ville qu'il soit, que celles de l'étudiant ou du licencié des universités de Leyde, Groningue, Nimègue ou quelqu'autre lieu. Je n'attends pas grand'chose, comme sociologue, de l'établissement d'un réseau de liaisons de coordination traversant la zone morte où les différentes disciplines mènent des existences parallèles. Je n'ai pas confiance en cette forme d'intégration. Mais j'ai confiance dans le dynamisme de toutes sortes de petits groupements d'étudiants appartenant à une même discipline ou association, dépassant ces barrières ou les ignorant complètement, la dernière alternative se présentant là où les associations sont devenues numériquement très importantes. Ce qu'une petite association est capable de réaliser a été démontré ces jours-ci à Wageningen de façon frappante par l'association d'étudiants « *Unitas Studiosorum Vadae* ». Cette association avait pris l'initiative de composer une publication traitant du sujet de l'homme pourchassé, qui fut présenté à S. M. la Reine au cours d'une cérémonie, qui se déroula dans la salle des conférences de l'Ecole des Hautes Etudes Agronomiques. Qu'un petit cercle à affection limitée peut même devenir un symbole de l'unité latente d'une université a été prouvé par l'exemple de l'Utrechts Studenten Koor en Orkest (Chœur et Orchestre des Etudiants d'Utrecht). Celui-ci fait coïncider tous les ans une de ses auditions avec la célébration de l'anniversaire de la fondation de cette université. Est-ce que vraiment ce qui précède se rapporte à des formes nouvelles de vie universitaire ? Il me semble que oui, du moins en ce sens qu'il nous fait apporter une attention toute particulière à ces petits groupements dans les efforts que nous faisons pour organiser cette communauté, non seulement aujourd'hui mais aussi demain.

Décentralisation et structuration.

Maintenant, je veux mettre en discussion les projets de décentralisation de l'enseignement supérieur. En apparence, ces projets n'ont pas grand'chose à voir avec ce qui a été dit plus haut. Je pense pourtant qu'en réalité la liaison se laisse facilement établir parce qu'à mon avis lces projets, ou tout au moins la controverse qui s'est déclenchée à deur propos, prouve une grande part d'aveuglement, causé par la magie iu grand nombre. On a notamment projeté d'élargir le nombre des nstitutions d'enseignement supérieur, tandis que d'autre part de

nouvelles disciplines seront rattachées aux institutions existantes. Même en ne mettant pas en cause les mérites de ces projets, il est fort possible de formuler à leur propos quelques réflexions qui relèvent de notre sujet. Nous trouvons dans les discussions engagées autour de ces projets, des argumentations qui déclarent que l'expansion de notre enseignement supérieur, jugée si urgente par nous tous, ne peut pas amener une décentralisation, qui aboutirait de ce fait à un morcellement d'énergies. La centralisation ouvrirait, ainsi déclare-t-on, la possibilité d'un équipement plus complet et favoriserait la création de nouvelles spécialisations, oui même de superspécialisations, dont notre siècle a tant besoin. Les arguments, qui plaident cette cause et qui se rapportent à un certain nombre de sciences bêta, sont persuasives et je dois reconnaître, après mûre réflexion, qu'elles contiennent certainement un grand fonds de vérité. Nous nous trouvons pourtant en même temps face à une énigme lorsque, en regard de la formation de chirurgiens-dentistes à Utrecht et bientôt à Groningue, un plafond numérique d'inscriptions vient d'être introduit pour les étudiants de première année, laissant le sort décider de ceux, qui auront le privilège d'être admis (et, par conséquent, appartiendront plus tard à une classe sociale privilégiée). Il a même déjà été question à ce propos d'un pari mutuel des dentistes ! Les experts sont d'accord sur le fait que de nouveaux cycles d'études sont nécessaires, et l'on espère que la nouvelle section de l'Université de Nimègue pourra ouvrir ses portes à temps. Il ressort de ce qui précède, qu'il faut mettre un terme à la concentration plus poussée pour procéder au contraire à la décentralisation.

La solution de l'énigme est au fond très simple, mais sa solution a l'avantage de mettre en lumière les possibilités de décentralisation et l'opportunité de concentration. Cet examen nous apprend qu'en réalisant l'expansion de nos institutions d'enseignement supérieur, nous devons avant tout nous rendre compte que celles-ci poursuivent en tous les cas un double objectif. L'université, et l'école supérieure également, sont consacrées à l'exercice de la science. Elles le sont aussi à la formation des universitaires. En mettant l'accent sur l'exercice de la science, éparpillement d'énergies apparaît préjudiciable. Il faut des centres à effectifs nombreux. Mais en considérant le problème sous l'angle de la formation professionnelle, qui demande une formation universitaire, indépendamment du fait que l'exercice de la profession soit, oui ou non, le prolongement de la formation reçue à l'institut universitaire, l'affaire est toute différente. Face au nombre croissant d'étudiants, les enseignants seront tout disposés à dire qu'ils préfèrent à des quantités massives, un nombre restreint de jeunes gens à former. Nombreux sont ceux qui se plaignent d'avoir à faire à des peuplades entières d'étudiants. Venant de la part des professeurs d'université, ces plaintes ne diffèrent en essence pas de celles émises par les instituteurs des écoles primaires. Ce sont d'ailleurs les mêmes flux de naissances qu'ils ont à accueillir.

Nous ne pouvons pas nier que les institutions universitaires soient en majorité des instituts de formation. Je ne prétends pas qu'ils soient

toujours affectés à la formation de professions pratiques, quoique ce soit souvent le cas. Mais même là où l'institut ne fait que former des intellectuels, il a mission de formation. En ne considérant que la tâche de formation de l'université, on ne rencontrera dans de nombreux cas que peu d'objections fondées contre la décentralisation, en l'occurrence contre l'instauration de nouvelles institutions. Le plafond numérique d'inscriptions pour la chirurgie dentaire ne fait que mettre en lumière un problème qui se pose de manière tout aussi urgente pour les autres sections de formation professionnelle, où l'insuffisance de l'outillage technique n'entraîne pas des mesures de restrictions effectives.

Nous rencontrons pourtant dans les milieux universitaires une grande opposition contre la décentralisation de l'enseignement supérieur. Du point de vue de l'enseignement proprement dit, cet état d'esprit ne trouve pas d'explication directe. Le phénomène de cette opposition peut être interprété de deux manières. La première, et c'est surtout le cas pour les sciences bêta, c'est que l'on voit l'exercice de la science menacé par la décentralisation. La seconde est que l'université met son orgueil à gagner en importance, c'est-à-dire en importance numérique. Pour moi personnellement, ce second argument est dénué de sens. Ce qui m'échappe aussi toujours, c'est la raison pour laquelle une ville entre en liesse à la naissance de son 100 000e habitant (le 100 000e naîtra toujours tôt ou tard, et ce ne sera naturellement pas un immigrant, armé qu'il est de son livret de caisse d'épargne comme symbole typiquement néerlandais). Je pourrais fort bien m'imaginer qu'une commune mette son drapeau en berne à l'occasion d'une telle étape. Quand l'université a enregistré 5 000 ou 10 000 inscriptions, je trouve qu'il y a plutôt matière à verser des larmes amères qu'à crier victoire. Mais pour la plupart d'entre nous, nous ne sommes pas différents, plus c'est grand, plus on est nombreux, plus c'est beau. Mais voici en essence ce que je veux dire : quand une université est dotée d'une nouvelle faculté, la question de savoir si la communauté s'en trouve menacée ne m'intéresse pas pour autant. L'université est une communauté à caractère fédéral et une faculté de plus ou de moins, ou quelques milliers d'étudiants de plus ou de moins n'ont pas grande importance. Il ne peut déjà plus être question de « communauté ». Ce que je ne saisis pas, c'est la valeur d'un accroissement quantitatif. Que l'exercice de la science s'en verrait favorisé me semble invraisemblable. Le contraire est sans doute le cas. La mise en place de nouveaux établissements se poursuit. Les enseignants, qui pourraient mieux employer leur temps pour faire progresser la science deviennent plus que jamais des « directeurs d'entreprise » et des organisateurs, sont plus encore tourmentés par des sentiments de culpabilité, voire même des troubles psycho-somatiques. Mais, dira-t-on la concentration amène la spécialisation, enrichit les cadres académiques de nouveaux experts. Des éléments qualifiés de toutes sortes de spécialisations sont à même d'entretenir des contacts plus intensifs. Est-ce exact ? Pouvons-nous vraiment soutenir que ces contacts existent ? La proximité topographique offre-t-elle vraiment quelque garantie de contacts fructueux entre savants notoires ? Et plus encore : pouvons-nous en toute

sincérité prétendre que nos universités avec leur caractère hybride d'institut de formation et de centre scientifique font réellement progresser la science ? Ou peut-être la vérité est-elle plutôt que le progrès de la science peut fort bien être assuré par des centres indépendants des universités et des écoles supérieures, où les spécialistes n'assument pas une tâche d'enseignement ? Nous pensons ici tout particulièrement aux branches bêta, dont les enseignants sont si fervents partisans de la concentration de la science aux universités. Il n'est pas fort difficile de citer des établissements particuliers, qui n'assurent pas la formation de techniciens ou de savants, mais qui s'occupent uniquement de l'exercice de la science et ce, indépendamment des universités. Pour ne pas parler du fait, sans doute honteux, qu'à l'heure actuelle la recherche fondamentale est souvent pratiquée plus intensivement dans les laboratoires des industries que dans les universités et que la promotion de la science y est par conséquent plus favorisée. La concentration du potentiel intellectuel paraît une condition de tout premier ordre, mais que cette concentration doive amener l'expansion des institutions universitaires, ne me paraît pas de première évidence.

Actuellement, on attend d'un chercheur scientifique, qui est attiré par l'université à un certain niveau, qu'il accepte de donner des cours. Pourquoi en somme ? Pourquoi ne nommons-nous pas des personnes qui seraient vouées uniquement à la promotion de la science ? A mon avis, une des nouvelles formes de vie universitaire à préconiser est d'entreprendre délibérément une scission entre l'exercice de la science et la formation scientifique et ce jusqu'à un haut niveau. A la nomination d'un nouveau spécialiste je m'écrie : pauvre homme, et pauvres étudiants ! Lui ne va pas tarder de succomber aux tracas administratifs, quant aux étudiants, pour eux, cela signifie une épreuve de plus. Je veux citer un exemple. Il me faut naturellement choisir le cas d'une chaire dont la création est envisagée, sans penser pour autant à une personnalité définie. Sur la foi du Ministre de l'Instruction des Sciences et des Arts, je pourrais prendre comme exemple la chaire que l'on envisage de créer à Groningue où l'on enseignera la connaissance des organisations internationales, qui s'occupent plus particulièrement de l'agriculture et de la politique alimentaire. Le ministre vise ici un intérêt d'ordre scientifique et social et ses pensées ne vont pas vers un futur professeur. C'est parfait ! Mais pourquoi ce professeur doit-il donner des cours ? Que cet homme se consacre à la science ! La science n'est en fait pas un sous-produit de la mission d'enseignement ! Ce qui me paraît prêter à confusion dans les controverses qui accompagnent les projets de décentralisation, projets dont le but est d'accueillir des étudiants, c'est que les intérêts de l'exercice de la science soient liés au volume de la population estudiantine. Ces projets de décentralisation font abstraction de l'avenir de l'exercice de la science. Celui-ci nécessite des mesures tout différentes. Nous avons besoin de centres d'activité scientifique, qui ne soient pas chargés de la formation des étudiants. Si nous voulons qu'ils se créent — et je crois qu'ils sont indispensables — nous ne devons pas faire dépendre leur réalisation des accrochages administratifs causés par le nombre proli-

férique d'étudiants futurs pour lesquels il faudra créer des possibilités de formation.

Les projets de décentralisation nous démontrent encore autre chose qui nous amène aussi à des formes nouvelles de vie universitaire. Voici. Les institutions de caractère universitaire sont de plus en plus atteintes par la socialisation. Ce processus se poursuit sans arrêt et est tout aussi important que les efforts beaucoup plus spectaculaires entrepris pour structurer la vie universitaire sur le plan de l'organisation sociale et de l'implantation. Nous voyons que la société tend de plus en plus à empiéter sur les milieux universitaires. Il est évident qu'elle a, de tout temps, encerclé l'université comme facteur de conjoncture. Elle offrait des débouchés aux licenciés ou limitait leur emploi. Elle était impliquée dans le problème d'hébergement des étudiants et nous savons que sa capacité d'accueil n'est pas illimitée. La société fournit aussi les moyens financiers nécessaires pour l'entretien et l'expansion des établissements universitaires. Nous pouvons ajouter qu'en contrepartie, l'université et l'enseignement supérieur ont toujours servi la société, directement ou indirectement. Or, dans ces rapports, un décalage est en train de se produire, décalage qui ne peut manquer d'influencer les formes de vie universitaire. La société environnante commence à s'immiscer de plus en plus dans les affaires privées de l'université. Elle s'efforce à augmenter l'efficacité des services rendus à la société par l'université. Cette ingérence de la société se traduit, en premier lieu, par son plus grand empressement à accorder de larges crédits, ce qu'elle ne fait pas pour les beaux yeux des gens de science, mais parce qu'elle ressent un besoin urgent des services de la science et des licenciés. Elle s'en rend fort bien compte d'ailleurs, et exige d'être payée de retour. Elle s'intéresse aux résultats des études des étudiants et à la durée de la scolarité. Elle s'enquête aussi du bien-être des étudiants. Alimentation, santé physique et morale, et hébergement des jeunes gens ne la laissent pas indifférente. Les autorités et l'industrie accordent des fonds pour la construction de logis d'étudiants. Des bourses d'études et des avances gratuites sont décernées beaucoup plus largement que par le passe. Je ne veux pas approfondir les causes profondes de tout ceci. Evidemment, l'effet-spoutnik s'est fait sentir. Mais ce développement était en cours longtemps avant le lancement du premier satellite. Nous ne pouvons que nous réjouir de cette argumentation de l'intérêt, mais nous devons nous rendre compte qu'il recèle et implique l'exigence d'une plus grande efficience dans la formation des universitaires et dans l'exercice de la science. Si la société exige un rendement de ses investissements qui sont de toute nature, cela signifie logiquement qu'il est temps de mettre de l'ordre dans nos affaires. Les conséquences seront : une réglementation plus sévère, un enseignement plus serré et une compression de la liberté académique. Par la voix de son ministre de l'Instruction, des Arts et des Sciences, la société exprime, de temps à autre, ce resserrement croissant de la liberté et quand les milieux universitaires voient ce resserrement formulé en toutes lettres à cette occasion, ses éléments les plus dynamiques s'ameutent. Ces remous ne sont qu'un courant de surface, qui

recouvre une évolution qui ne peut être arrêtée. Au lieu de mettre obstacle à cette évolution, ce qui serait sans effet, il vaut mieux la canaliser, c'est-à-dire établir la mesure de liberté que l'étudiant — et aussi le professeur qui attache un si grand prix à son autonomie — doivent positivement conserver afin de prévenir l'abaissement au niveau scolaire. Ce principe peut être appliqué à la question de l'adjonction aux universités d'établissements d'enseignement secondaire. Ici encore, ce sont de nouvelles formes de vie universitaire qui sont en gestation et nous, en tant qu'universitaires, nous devons avoir notre mot à dire et signifier, soit notre adhésion, soit notre réprobation, mais en tous cas, pas avant d'avoir bien pesé le pour et le contre au préalable.

Tout ce qui précède fait fonction d'introduction à la question de la socialisation ainsi qu'elle se manifeste dans les projets de décentralisation. Nous rencontrons d'abord dans ces projets des pronostics soigneusement établis (il ne s'agit pas ici de simples prévisions qui nous laissent dans l'attente de leur chance de réalisation) pronostics concernant d'une part l'afflux croissant auquel aura à faire face l'enseignement supérieur et, d'autre part, la demande d'éléments de formation universitaire de différentes disciplines. A partir de ces évaluations aussi exactes que possible des rapports futurs entre l'offre et la demande du marché des emplois, on tire des conclusions sur le volume et la nature de l'expansion nécessaire des établissements d'enseignement supérieur. Ce procédé est sans précédent, bien que nous ayons été confrontés à un fait semblable pendant les années qui précédèrent la création de l'Ecole des Hautes Etudes Techniques d'Eindhoven. La société désire donc que l'expansion de l'enseignement supérieur se produise systématiquement en fonction des besoins de la société. Or, la décentralisation effective est une preuve tout aussi convaincante de la socialisation de l'enseignement supérieur, puisque les institutions qui lui sont adjointes se voient intégrées dans une politique nationale de promotion du bien-être, une politique orientée vers toutes les régions et qui concerne toutes les couches de la population. L'amendement du climat social et de l'équité sociale joue un rôle marquant dans les projets de décentralisation de l'enseignement supérieur. Ce qui précède s'applique aux projets des commissions officielles. Ces éléments jouent un rôle encore plus marquant dans les projets et les plaidoyers qui ont été fournis par les provinciaux. Qu'une université ait une valeur de symbole et qu'une ville qui porte le nom de ville universitaire acquiert, par ce fait du prestige, est chose connue de tous. Chaque nation qui vient de conquérir son indépendance s'empresse de fonder une université. Cette forme de socialisation n'est donc pas nouvelle. Mais la référence à l'amendement du climat social et de l'équité sociale l'est effectivement.

Je ne suis certainement pas insensible à ces deux éléments. Vu que, pour le reste, je vois peu d'avantages à gonfler les cycles d'études et que je ne suis pas persuadé qu'il y ait, partout et toujours, une relation indissoluble entre l'enseignement et l'exercice de la science, je ne puis m'empêcher d'accueillir les projets avec sympathie. Nous ne devons

pourtant pas perdre de vue que l'idée de faire prévaloir l'amendement du climat social et l'équité sociale sur la formation scientifique et l'exercice de la science, n'est justifiée que par des motifs subjectifs. Les milieux universitaires sont naturellement libres de mettre l'accent d'une autre manière. Ils pourront alors, à juste titre, au nom de leur idéal, émettre des objections contre le fait que les projets de décentralisation respirent le désir de vouloir contenter tout le monde : une faculté par-ci, une université par-là, et ailleurs encore, des examens de baccalauréat pour faire patienter les autres.

Mais j'avais promis de laisser pour ce qu'ils sont les mérites des projets de décentralisation. Ce qui nous intéresse, c'est en quoi ces projets peuvent avoir une action sur les nouvelles formes de vie universitaire, pour autant qu'ils sont l'expression du processus de socialisation. Cette action peut être très grande à mon avis. Par le seul fait déjà que leur adoption ne manquera pas d'influencer la structure, la fonction et le caractère intime de notre enseignement supérieur. C'est de toute évidence.

Plus important est peut-être encore le fait que l'expansion de l'enseignement supérieur, pour autant qu'il soit réalisable, offre la possibilité d'introduire en pleine conscience des formes nouvelles qui s'écartent des sentiers battus et ce, en marge des institutions existantes et sans l'entrave de leur structure rigide. Il est clair que je ne parle ici que de la décentralisation des formations professionnelles. L'exercice de la science reste, à mon avis, en deça des projets de décentralisation, bien que l'on ne s'en rende hélas pas assez compte. L'exercice de la science, même poussé jusqu'à la « superspécialisation » se pratique dans des centres indépendants tels que : Swingelo et Petten, Leersum et Kraggenburg, Oss et Strijp. Ce qu'il nous faut donc, c'est une décentralisation qui ne porte que sur la formation. Les prévisions du nombre d'étudiants futurs, établies pour les différentes villes et qui paraissent dans les projets de décentralisation ne sont pas intéressantes. Car il y a toujours moyen d'atteindre un nombre élevé d'inscriptions, pourvu que l'on fasse jouer l'étendue de la région de recrutement — puisque les distances ne seront bientôt plus en cause — et la période sur laquelle s'étend le pronostic : ce qui ne paraît pas formidable en 1970 est susceptible de devenir impressionnant en 1980 ou en 1990. Mais la création de nouvelles institutions d'enseignement supérieur présente un côté autrement plus intéressant ; on y trouve les possibilités de concevoir un organisme qui comprendrait des disciplines, n'existant pas ailleurs, qui organiserait l'hébergement d'étudiants dans des associations différenciées qu'à la construction de nouveaux laboratoires et de salles de cours. Dans les plans d'une nouvelle institution à créer la planification des espaces permet de réaliser un complexe qui aurait beaucoup plus d'attrait pour tous les intéressés, en dépit de son organisation de structure nécessairement fédérative. Nous pourrions acquérir ainsi un établissement d'enseignement supérieur avec un « campus » de liaison comme à Princeton et Cornell. (La comparaison avec Princeton et Cornell est assez piquante, car les partisans de la concentration de

l'enseignement supérieur n'auraient certainement jamais pensé à intégrer dans leurs plans des bourgs de cette importance. Je cède pourtant immédiatement à la réplique, que ce qui peut se faire en Amérique ne se fait pas nécessairement chez nous). La mise en place d'une nouvelle institution est un nouveau départ. Ceux qui connaissent un peu les milieux universitaires savent combien il est difficile d'y introduire de nouveaux éléments, soit dans les programmes d'études, soit dans l'organisation de la vie des étudiants.

Deux exhortations encore pour terminer. Il nous appartient, en notre qualité d'anciens universitaires, de prendre conscience des sentiments que nous nourrissons à l'égard du mouvement qui agite notre monde universitaire. Ne manquons pas non plus d'étayer toutes les initiatives entreprises pour arriver à une connaissance plus réelle du sujet qui nous est si cher.

Sj. Groenman.

(*Suite de la page* 28)

RGS Information

M. TIMON-DAVID, Professeur TTP, est transféré dans la chaire de Zoologie générale (dern. titulaire M. Abeloos).

MM. BOUSQUET, KASTLER (Daniel), PESTEIL et SAVIDAN sont nommés Professeurs TTP.

MONTPELLIER. — MM. JOUTY, MOTTE et NOZERAN sont nommés Professeurs TTP.

NANCY. — La chaire de Mécanique physique est transformée en chaire de Mécanique appliquée, M. BONVALET, MdC, en est nommé titulaire.

M. HADNI, MdC, est nommé titulaire de la chaire de Physique (dern. tit. M. Chevalier).

M. DELAMARE-DEBOUTEVILLE, CdT à Paris, est nommé titulaire de la chaire de Zoologie (dern. tit. M. Rémy).

MM. BASTICK, BRUHAT, KERN et Mlle ROIZEN sont nommés Professeurs TTP.

POITIERS. — M. Jean BLAIZOT, Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, est nommé Recteur en remplacement de M. André Loyen appelé à d'autres fonctions.

M. le Professeur BROUSSE est nommé Doyen.

M. LAURENT, MdC, est nommé titulaire de la chaire de Mécanique des Solides (dern. tit. M. Brousse).

M. DOLBEAULT, MdC à Bordeaux, est nommé titulaire de la chaire de Mathématiques (dern. tit. M. Néron).

M. MAUSON et Mlle MOURIER, sont nommés Professeurs TTP.

M. COUTY est titularisé MdC (Collège Scientifique Universitaire de Limoges.

RENNES. — M. le Professeur MARTIN (Yves) est nommé Doyen

M. LE MONTAGNER, Professeur sans chaire, est nommé titulaire de la chaire de Physique.

MM. LEVAS et MONOD-HERZEN sont nommés Professeurs TTP.

STRASBOURG. — M. PLUVINAGE, Professeur, est nommé titulaire de la chaire de Physique expérimentale (dern. tit. M. Foex).

MM. DONNET et LEVI (Claude) sont nommés Professeurs TTP.

TOURS (Pharmacie). — M. DURAND (Marc), MdC, est nommé titulaire de la chaire de Matière médicale.

TOULOUSE. — MM. DIREBENT, LELUBRE, LEREDDE et VOIGT sont nommés Professeurs TTP.

TOULOUSE (Pharmacie). — M. BOURBON, MdC, est nommé titulaire de la chaire de Chimie analytique, Toxicologie et Hygiène industrielle (dern. tit. M. Prustier).

CONGRÈS ET RÉUNIONS SCIENTIFIQUES

La XVII[e] session du CONGRÈS PRÉHISTORIQUE de FRANCE se tiendra en Bretagne du 4 au 15 septembre 1961 (Rennes du 4 au 7 et Brest du 8 au 11). Inscriptions à adresser au Secrétaire général du Congrès, M. G. GAUDRON, 2, rue du Pas-de-la-Mule, Paris (3[e]).

Le second CONGRÈS de L'ASSOCIATION FRANÇAISE DE CALCUL ET DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION (AFCALTI) se tiendra à Paris, au Conservatoire National des Arts et Métiers les 18, 19 et 20 octobre 1961 ; il coïncidera avec le Salon International de l'Equipement de Bureau (SICOB). Les séances de travail seront consacrées aux questions suivantes : Analyse numérique, Programmation, Structure des calculatrices, Traduction, Documentation et Applications industrielles, Inscriptions au Secrétariat de l'AFCALTI, 98 bis, boulevard Arago, Paris (14[e]).

Nouvelles scientifiques

● *La faim du monde.* — Le Dr Albert L. Elder, Président de l'American Chemical Society, a fait récemment une conférence dont rend compte « Chemical and Engineering News », sur l'expansion de la population dans le monde et les problèmes de nutrition et de niveau de vie que ce rythme de croissance soulève, en particulier dans les pays sous-développés.

Voulant attirer l'attention du public américain sur cet important problème il cite les statistiques suivantes. En 1950 les Américains du Nord ont à eux seuls reçu près de 43 % du revenu mondial alors que leur population n'est que les 9 % de celle du globe et sa superficie 16 %. En Asie sur une superficie sensiblement égale a vécu 55 % de la population avec seulement 12 % de son revenu. Le revenu par habitant est de 50 dollars en Asie et de 1 100 aux Etats-Unis.

Il faut également prendre conscience de ce qu'il a fallu 5 000 ans d'histoire, jusqu'à 1820 environ, pour que la population du globe atteigne 1,1 milliard d'habitants. Un siècle seulement plus tard cette population avait doublé et atteindra 3 milliards en 1960. En moins de 50 ans l'accroissement de la population a été égal à celui des 50 premiers siècles.

Les Indes, l'Extrême-Orient, le Moyen-Orient, l'Afrique ainsi que l'Amérique du Sud sont les pays les plus défavorisés et les plus mal nourris. Le conférencier cite de nombreux exemples de famines et de régimes quotidiens nettement insuffisants. Il lance un appel à l'assemblée de chimistes qu'il préside pour qu'ils prennent conscience du très grave problème de la famine des pays sous-développés que l'effort même de ces chimistes (en abaissant le taux de mortalité par le progrès, les anti-biotiques et l'hygiène) a rendu involontairement plus aigu et pour qu'il réfléchissent aux possibilités de solutions applicables dont il donne les principales directions (accroissement de la production agricole, diététiques, contrôle des naissances).

● *L'Expansion de l'Industrie chimique européenne.* — « Chemical and Engineering News » a récemment publié une étude détaillée relative à l'expansion de l'industrie chimique des différents pays d'Europe comparée à l'industrie des Etats-Unis.

En Grande-Bretagne le taux d'expansion de l'Industrie chimique a été, au cours des cinq dernières années, le double de l'ensemble de l'industrie. En 10 ans, de 1948 à 1958, les investis-

sements ont été de 2,9 milliards de dollars dont 17 %, soit 280 millions de dollars dans l'industrie pétrolochimique. La Société I.C.I. (« Imperial Chemical Industries ») dépense en recherches à peu près autant que tout le reste de l'industrie chimique. Cette Société et ses filiales produit pratiquement tous les produits chimiques nécessaires au pays, à l'exclusion du chlorure de potassium, du carbure de silicium et de l'alumine fondue. La production pétrolochimique du groupe qui était de 140 000 tonnes (exprimée en teneur en carbone) en 1953, a été de 420 000 tonnes en 1959. La production de matières plastiques est passée de 160 millions de kg en 1950 à 500 millions en 1960, soit plus de 3 fois plus. En ce qui concerne le térylène (analogue du dacron américain et du tergal français) la capacité de production des I.C.I. est de près de 23 millions de kg par an. Les exportations de la Grande-Bretagne ont, au total, porté sur 740 millions de dollars en 1958, le groupe I.C.I. comptant pour 207 millions.

La France vient au second rang parmi les pays du Marché Commun et le troisième en Europe. Dans le monde la France est la quatrième puissance exportatrice après les Etats-Unis, l'Allemagne de l'Ouest et le Royaume-Uni. Ses exportations ont porté sur 2,8 milliards de dollars en 1959. Dans l'industrie minérale elle a produit 1,8 milliard de tonnes d'acide sulfurique en 1959, contre 1,2 en 1952 ; 663 000 tonnes d'ammoniac contre 295 000, et 275 000 tonnes de chlore contre 110 000. La production de l'éthylène a atteint 40 000 tonnes et « Lavera » produit l'oxyde d'éthylène par voie catalytique. Pendant la même période la production du phénol est passée de 14 000 tonnes à 42 000 ; celle des engrais a atteint 3,3 millions de tonnes, soit le double de la production de 1952 ; celle des plastiques a été de 250 000 tonnes contre 35 000 en 1952. L'industrie pharmaceutique a une production d'une valeur de 400 millions de dollars dont 20 % sont exportés. L'industrie des matières colorantes a produit 13 000 tonnes, soit 3,5 % de la production mondiale ; 27,5 % de cette production a été exportée. Enfin la « Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine » a produit 420 000 tonnes de soufre à Lacq et pense porter cette production à 1,2 million de tonnes en 1961.

L'Italie est un gros producteur d'engrais et sa production a atteint 925 000 tonnes en 1959. En azote sa capacité est de 750 000 tonnes d'azote fixé par an, dont la moitié pour ses besoins intérieurs. Le groupe le plus important de l'industrie chimique italienne appartient à la Société « Montecatini ». Les progrès réalisés ces dernières années dans l'industrie pétrolochimique et dans celle des matières plastiques ont été considérables. On fabrique actuellement des résines thermoplastiques ainsi qu'une grande variété de solvants organiques, d'aldéhydes, d'alcools et de plastifiants. Les importations de produits chimiques sont néanmoins en augmentation, bien que les exportations soient

également en expansion. En 1959, l'Italie a importé pour 235 millions de dollars et exporté pour 223 millions de dollars de produits chimiques.

L'Allemagne occidentale est le plus important producteur de l'industrie chimique dans le Marché Commun où sa part est de 43,6 %. En 1959 les investissements ont été de 415 millions de dollars. L'industrie allemande est beaucoup plus décentralisée que l'industrie anglaise (I.C.I.) ou italienne (Montecatini). Les six plus grands producteurs allemands. I.G. Farben, Hoechst, C.W.H., Dynamit-Nobel, Degussa, Merck et Henkel et Cie, ne totalisent pas la moitié du chiffre total. La production de polyéthylène et de polypropylène est passée de 6 500 tonnes en 1955 à 60 000 tonnes en 1959. Elle doit atteindre 125 000 tonnes en 1961-62, ce qui correspond à la consommation intérieure. Celle des Etats-Unis a été de 380 000 tonnes en 1959. Les fibres synthétiques ont atteint 38 000 tonnes en 1959. L'Allemagne produit actuellement du caoutchouc synthétique et sa production doit prochainement passer de 60 000 à 120 000 tonnes. Les investissements dans l'industrie pétrolochimique sont passés de 173 millions de dollars en 1957 à 263 millions en 1958.

Remarque sur la répercussion de l'expansion européenne sur le marché américain. Les Sociétés américaines ont investi 300 millions de dollars dans les industries du Marché Commun et l'on fait remarquer que les importations américaines pourront profiter du pouvoir d'achat qui va s'accroître dans les pays d'Europe du fait du Marché Commun tandis qu'on ne signale pas encore de répercussion sur le marché américain de l'organisation en Europe du Marché Commun.

● *L'origine du relief lunaire.* — La *Revue Générale des Sciences* a souvent rapporté les points de vue contradictoires concernant la surface de la lune et l'origine de son relief pseudo-volcanique. Certains spécialistes, tels que Baldwin, Urey et Kuiper, sont partisans de la théorie des cratères de formation volcanique et de l'existence d'une couche de lave à la surface de la lune.

J. J. Gilvarry, des laboratoires de recherches de la Compagnie « Allis Chalmers Manufacturing » (Milwaukee, Wisconsin, U.S.A.), propose dans la revue britannique « Nature » une théorie basée sur une analogie de formation terrestre et lunaire selon laquelle la lune aurait eu, en son temps, une hydrosphère formée, comme pour la terre, par un processus de dégazage interne.

En repoussant la théorie de l'origine volcanique des cratères lunaires, J. J. Gilvarry apporte entre autres conclusions un élément supplémentaire à la question souvent discutée de l'origine de tectites. On sait que ces minéraux, fragments rocheux d'aspect

souvent vitrifié, ont été parfois attribués à des éruptions lunaires. Mais J. J. Gilvarry et d'autres spécialistes, attribuent aux tectites une origine météorique : dans un premier stade après percussion sur la surface de la lune la matière serait ensuite éjectée par la force même de l'explosion. La fusion superficielle conduisant à l'aspect vitreux caractéristique des tectites aurait eu lieu durant le passage dans l'atmosphère terrestre à une vitesse supersonique.

● *Utilisation de cellules en diamant et en saphir dans la spectrographie infra-rouge.* — Un nouveau type de cellule infra-rouge a été mis au point par le Dr R. Lippincott, de l'Université du Maryland. Il s'agit d'une microtechnique permettant l'étude d'échantillons d'un poids aussi faible que 4.10^{-6}g. Ce type de cellule a été utilisé au Bureau of Standards. Elle est constituée de facettes de diamant, meulées et polies, formant des surfaces planes octogonales et parallèles ; l'échantillon est placé entre ces facettes, sous forme d'un film. Les surfaces ont une aire très faible (0,0006 à 0,06 cm^2).L'ensemble est monté dans un piston en acier inoxydable. La pression qu'il est susceptible d'atteindre est de 50 000 atm.

Cette technique a permis, par exemple, l'étude du spectre infra-rouge du nitrure de bore, composé d'une dureté telle qu'il n'avait pu être étudié par les méthodes ordinaires. La manipulation de la cellule est d'une grande simplicité (d'après « Chemical and Engineering News »).

● *L'emploi des femmes dans les services scientifiques industriels en Grande-Bretagne.* — Le Service Social du Ministère de l'Information britannique a procédé à une enquête sur l'emploi des femmes dans l'industrie à des postes d'ingénieurs et de scientifiques. La revue « Nature » a récemment publié et commenté les résultats de cette enquête qui s'est adressée à 785 Sociétés employant une proportion élevée (au total 16 350) de scientifiques et d'ingénieurs.

Parmi ces sociétés 13 % seulement employaient des femmes aux postes précédents. La proportion est de une femme pour 42 hommes. Si on distingue les femmes scientifiques de celles qui occupent des postes d'ingénieurs, il y a 15 hommes scientifiques pour une femme et 1 000 hommes ingénieurs pour une femme.

Les raisons données par les chefs des entreprises pour expliquer le petit nombre de femmes dans les postes précédents sont toujours les mêmes :

— les femmes sont trop susceptibles d'abandonner pour des raisons familiales ;

— les femmes peuvent difficilement exercer une autorité sur du personnel masculin ;

— les femmes ne sont pas faites pour travailler dans des conditions difficiles, souvent imposées aux ingénieurs (fatigue physique, mécanique, malpropreté, etc.).

En résumé l'industrie britannique demeurera, pour longtemps encore un monde masculin, où le sexe faible a beaucoup de mal à s'introduire et à s'intégrer.

● *De nouveaux composés organiques.* — La Société Dupont de Nemours signale la préparation de nouveaux composés organiques dont les propriétés électriques sont remarquables. Ils présentent en effet des résistivités électriques extrêmement réduites, variant de 0,01 à 100 ohm-cm. Ces composés sont des dérivés radicalaires anioniques du 7, 7, 8, 8, tétracyanoquinodi CH_4. La plupart des composés organiques ont des résistivités variant de 10^{10} à 10^{14} ohm-cm.

Pour fixer une échelle on peut noter que le silicium a une résistivité de l'ordre de 1 000 et le graphite de 10^{-4} ohm-cm.

Les chercheurs de la Société Dupont de Nemours s'interdisent d'appeler ces composés des semi-conducteurs dans le sens actuel et poursuivent leurs recherches fondamentales en vue d'en déterminer les propriétés intéressantes (d'après « Chemical and Engineering News »).

● *Peintures phosphorescentes.* — La Société américaine « Luminous Produc Co », filiale de la « New England Nuclear Corporation » va, d'après « Chemical and Engineering News », lancer sur le marché américain une nouvelle peinture phosphorescente, appelée « lumichron ». Cette peinture est à base de tritium. Il s'agit là d'une des premières applications de la récente libération d'un certain nombre de radio-isotopes par les autorités américaines. L'utilisation du tritium doit remplacer celle du radium, en particulier dans les cadrans des montres et autres usages analogues.

Les principaux avantages du tritium résident dans l'obtention d'une plus grande brillance initiale, une demi-vie plus longue et un niveau d'énergie plus bas. Les dangers d'exposition sont nuls : avec un rayonnement β d'énergie maximale de 18 k.e.V. le rayonnement du tritium ne pénètre même pas une feuille de papier ordinaire. On a montré que le phosphore radio-activé par le radium ayant une brillance initiale de 100 microlamberts perd la moitié de cette brillance en moins de six mois. Les produits à base de tritium, en partant du même seuil, ne perdent que 8 % dans le même temps. La Commission de l'Energie atomique a limité à 25 millicuries de ^3H la dose par cadran de montre.

Des filiales européenne de la Société « Luminous Product Co » fabriqueront les mêmes peintures, en particulier les laboratoires «Lumina » pour la France, à Colombes.

● *L'essence d'oranges, carburant pour automobiles.* — *Cent jours Esso* nous apprend qu'une voiture (une Rover 3 L) a récemment circulé en plein New-York et parcouru un bon nombre de kilomètres, alimentée avec du jus d'oranges, ou plus exactement avec un distillat de peaux d'oranges. Des chimistes de la firme « Esso » avaient spécialement préparé une vingtaine de litres de ce carburant en triturant 20 000 oranges de Californie.

La voiture n'avait été l'objet d'aucun réglage particulier. On l'avait simplement dotée de réservoirs et de tuyauteries permettant d'alimenter le moteur soit de distillat d'oranges, soit de supercarburant « Esso Golden ». L'essai comparatif fut effectué entre Barclay Street et le Palais des Nations-Unies. A l'aller la consommation d'essence d'oranges fut de 15,8 litres aux 100 km dans l'agglomération et de 10,8 litres aux 100 km sur l'autoroute East River. Au retour, la Rover consomma seulement 12,6 litres aux 100 km d' « Esso extra Golden » en plein trafic et seulement 8,4 litres aux 100 km sur l'autoroute.

Du point de vue énergétique le distillat de peaux d'oranges se comporte bien ; mais son prix de revient était de 11,80 N.F. le litre, alors que le supercarburant « Esso » ne coûte, dans Manhattan que 0,49 N.F. le litre, y compris 0,14 N.F. de taxe.

● *Canal de Suez en miniature.* — En 1959 la Société « Esso Tankers » avait confié à la « Société Grenobloise d'Etudes et d'Applications hydrauliques » des études relatives au comportement des pétroliers de 11 000 tonnes de port en lourd dans le Canal de Suez. Dans ce but cette société a construit une maquette au 1/40e d'une partie du Canal de Suez sur laquelle peuvent être appliqués des vents, des marées et des courants correspondants, selon certaines lois de similitude, aux conditions réelles de la navigation dans le canal. Une maquette de pétrolier, de 6,25 m de longueur, est utilisée pour l'étude du comportement et de la maniabilité des pétroliers de fort tonnage dans différentes conditions de chargement et différentes conditions météorologiques. Un pilote est installé à bord du modèle et le manœuvre d'une façon analogue au pilotage réel dans le canal (d'après « *100 jours Esso* »).

● *Déchloruration de l'eau de mer.* — Le procédé d'élimination du chlorure de sodium de l'eau de mer, mis au point aux Etats-Unis par la Société Koppers, va — d'après « Chemical and engineering News » — entrer dans sa phase d'exploitation. Ce procédé est basé sur la formation d'hydrates de propane, le sel restant dans les eaux-mères et les hydrates étant ensuite lavés et décomposés pour restituer de l'eau potable.

Sur le seul plan énergétique ce procédé exige au minimum 28 % de moins d'énergie que le procédé par congélation. La

Société Koppers évalue le prix de revient de l'eau potable obtenue par ce procédé à 50 cents pour 1 000 gallons dans un atelier débitant 10 millions de gallons par jour, soit environ 0,80 N.F. par mètre cube. Le procédé fonctionne à environ 1,6° C et 3,8 atmosphères. Dans ces conditions il se forme un hydrate de propane renfermant une molécule de propane pour 17 molécules d'eau.

Le propane a été choisi pour des raisons économiques et à cause de sa faible solubilité dans l'eau. L'eau se sépare facilement du propane recondensé, les deux couches n'étant pas miscibles. On peut, si cela est nécessaire, dégazer l'eau obtenue pour éliminer les très faibles quantités de propane qu'elle pourrait avoir retenu.

● *La Production française de pétrole brut et de gaz naturel en 1960.* — Pour la première fois la production française de pétrole brut a dépassé 10 millions de tonnes. Elle n'avait été que de 3,7 millions de tonnes en 1959, et 2,4 millions de tonnes en 1958. Cette production 1960 est voisine de 11 millions de tonnes et se répartit de la manière suivante (en millions de tonnes) :

METROPOLE	2 000
SAHARA :	
Hassi-Messaoud	6 500
Edejelé-Zarzaïtine	1 600
GABON	800

En Métropole, la production des gisements de la région parisienne (Coulommes, Chailly-en-Bière, Chartrettes, Villemer, Saint-Martin-de-Bossenay, Châteaurenard) a augmenté d'une manière appréciable. De plus dans les Landes le nouveau gisement de Cazaux a commencé à produire au rythme de 160 000 tonnes par an. Mais les deux tiers de la production métropolitaine proviennent d'Esso R.E.P.

L'augmentation considérable du tonnage par rapport aux années précédentes provient de l'achèvement des moyens d'évacuation du pétrole saharien. La capacité de transport de l'oléoduc Hassi-Messaoud-Bougie (660 km) a été doublée (9,3 millions de tonnes par an) par la mise en service l'une nouvelle station de pompage. De plus l'oléoduc Edjeleh-Skirrah (775 km) d'une capacité de transport de 7,5 millions de tonnes par an, a été achevé en septembre 1960.

Enfin la production du Gabon a également augmenté. On signale la mise en production du gisement de Pointe Noire au Moyen Congo.

Le gaz naturel provient actuellement surtout de la métropole. Les gisements de Lacq et accessoirement celui de Saint-Marcet, ont produit en 1960, 4,5 milliards de mètres cubes contre 2,6 en

1959. Le volume de gaz commercialisé a plus que doublé, passant de 1,3 à 2,8 milliards de mètres cubes. La production de soufre a augmenté de 84 %, passant de 426 000 tonnes en 1959 à 785 000 en 1960.

Quant au gaz naturel d'Afrique du Nord, on a terminé la pose de la conduite allant d'Hassi R'Mel à la côte méditerranéenne. Les raccordements aux réseaux d'Alger et d'Oran sont en cours de construction. Une installation de « dégazolinage » est actuellement en cours de construction sur le gisement, pour pouvoir évacuer le gaz sec. A l'aide d'une conduite de 300 km la gazoline sera dirigée sur Hassi-Messaoud où elle sera incorporée au pétrole brut envoyé à Bougie par l'oléoduc.

● *Utilisation des matières plastiques dans l'Industrie automobile américaine.* — D'après « Chemical and Engineering News » chaque voiture fabriquée aux Etats-Unis consomme environ 9,5 kg de matières plastiques. Les spécialistes estiment que ce chiffre sera porté à 20 kg dans cinq ans. Cette expansion, que l'on qualifie de salutaire, est due à trois facteurs : 1) la production de nouvelles matières plastiques ; 2) la diminution des prix ; 3) une meilleure connaissance des propriétés, des modes de fabrication et des différents usages des matières plastiques.

En 1940 onze variétés de matières plastiques étaient employées dans la construction automobile américaine. Aujourd'hui on en utilise exactement le double, dont 7 matières thermodurcissables et 15 thermoplastiques. Il ne semble pas qu'au poids les matières plastiques deviennent jamais moins cher que l'acier, mais en volume elles sont plus légères non seulement que l'acier, mais même que l'aluminium, et de ce fait peuvent pour certaines utilisations être considérées comme moins chères.

● *La lutte contre la mite des forêts.* — La mite des forêts, ou mite « bohême », est un parasite contre lequel lutte le Centre de Beltsville de l' « U.S. Agricultural Research Service ». Ce parasite est attiré par un produit excrété par la femelle et que les chercheurs américains sont arrivés à isoler. Une quantité de l'ordre de 10^{-11} g de cette substance suffit à attirer le parasite mâle à une distance de 400 m. Les services de la protection agricole pensent pouvoir exterminer tous les mâles en les attirant par ce produit qu'ils placeront en différents points stratégiques sur de larges bandes de papier collant (d'après « Scientific American ».

SCIENCES MATHÉMATIQUES

A. BLAQUIERE. — Mécanique non linéaire. Les oscillateurs à régimes quasi sinusoïdaux. (Mémorial des Sciences Mathématiques, fascicule 141). — Un vol. in-8° 16 × 25, 137 p. Paris, 1960. Gauthier-Villars édit. Prix : 27 NF.

La mécanique non linéaire étudie essentiellement les phénomènes vibratoires de divers types, périodiques ou quasi périodiques dont l'évolution est déterminée par des équations différentielles non linéaires. Bien que ce type d'équations ait fait l'objet de travaux fondamentaux de Henri Poincaré et de P. Painlevé, ce n'est que ces dernières années qu'à la suite de l'école soviétique, de nombreux physiciens et quelques rares mathématiciens se sont préoccupés de ces problèmes relevant d'une analyse particulièrement complexe.

Dans ce fascicule M. Blaquière étudie sur des exemples d'équipements électrotechniques quelques problèmes particulièrement importants liés aux oscillations ou vibrations relevant de l'analyse non linéaire. Partant de l'étude des oscillations libres de certains systèmes à régime non linéaires (systèmes à régime pseudo-sinusoïdal, amorçage des oscillations, approximations linéaires, régime non linéaire et extension de la méthode opérationnelle et de la méthode de Nyquist, méthode de perturbation) il examine ensuite l'excitation sinusoïdale des systèmes non linéaires (résonance non linéaire, synchronisation, stabilité) et l'excitation aléatoire (propriétés et structure du bruit blanc, effet du bruit blanc sur le régime des auto-oscillateurs non linéaires).

Une série d'appendices et une bibliographie sur les vibrations de type non linéaire complètent ce fascicule.

G. PETIAU.

N. N. BOGOLIOUBOV et D. V. CHIRKOV. — Introduction à la théorie quantique des champs. (Traduit du russe par A. Blodh). — Un vol., 616 p., 16 × 25, 60 fig., Dunod édit. (collection Travaux et Recherches mathématiques). Paris, 1960. Prix : 69 NF.

La traduction en français de l'ouvrage de MM. Bogolioubov et Chirkov met à la disposition des physiciens de langue française l'exposé le plus complet actuellement sur la théorie quantique des champs et notamment sur les méthodes de recherches nouvelles en cours de développement. Les auteurs suivent très étroitement les idées admises dans l'école scientifique anglo-saxonne et on doit retenir leurs conclusions : l'électrodynamique quantique est une théorie élaborée conduisant à des résultats en accord avec les données expérimentales à un degré de précision élevé, la théorie quantique des champs a achevé une certaine étape de son développement.

Les deux premiers chapitres sont consacrés aux théories classiques puis quantiques des champs libres (formalisme lagrangien, étude des champs scalaire, vectoriel, électromagnétique, spinoriel, relations de commutation, fonctions de Green, opérateurs). Les quatre chapitres suivants exposent d'une façon très complète l'application de la théorie des perturbations aux différents problèmes relatifs aux champs en interactions (théorie générale de la matrice de collision (S) élimination des divergences et

VIENT DE PARAITRE

ANALYSE QUALITATIVE RAPIDE
DES
CATIONS ET DES ANIONS

PAR
G. CHARLOT

96 pages 16 × 25. **3e édition.** Broché ..... **9,50 NF**

RAPPEL :

CHIMIE DES COLLOÏDES ORGANIQUES

PAR
H. STAUDINGER

TRADUIT DE L'ALLEMAND PAR
H. GIBELLO

364 pages 14 × 22, avec 36 figures. 1953. Relié toile .... **35 NF**

ANALYSE QUALITATIVE MINÉRALE

PAR
D. MONNIER **P. E. WENGER** **Y. RUSCONI**

PRÉFACE DE **C. CHARLOT**

XVIII-316 pages 14 × 22, avec de nombreux tableaux. 1956. Relié toile sous jaquette ..... **32 NF**

DOCUMENTS D'ANALYSE CHIMIQUE

TRAITÉ PRATIQUE D'ANALYSE PAR VOIE SÈCHE

PAR
L. M. GRANDERYE

VIII-120 pages 14 × 22, avec 14 figures. 1953. Broché .. **9,60 NF**

LES MÉTHODES SEMI-MICRO
DANS
L'ANALYSE ORGANIQUE QUANTITATIVE

PAR
R. BELCHER **A. L. GOLBERT**

TRADUIT DE L'ANGLAIS PAR **G. MANCENEY**

PRÉFACE DE **E. KAHANE**

XII-268 pages 14 × 22, avec 42 figures. 1951. Broché .... **12 NF**

En vente dans toutes les bonnes librairies et chez

DUNOD Editeur, 92, rue Bonaparte, PARIS (6e)

renormalisations, application de la méthode d'élimination des divergences à l'électrodynamique spinorielle, à la théorie mésique pseudo-scalaire, aux problèmes de corrections radiatives). Les trois derniers chapitres examinent des méthodes globales d'étude des interactions élaborées ces dernières années : méthode d'approximation fonctionnelle, méthode du groupe de renormalisation et surtout méthode des relations de dispersion. Un important appendice mathématique complète l'ouvrage.

G. PETIAU.

H. BOUCHER. — Organisation et fonctionnement des machines arithmétiques. — Préface de F. H. Raymond, 428 pages, 223 figures, Masson, Paris, 1960.

Cet intéressant ouvrage est la seconde à paraître des publications de l'Association internationale pour le calcul Analogique. L'Auteur s'est proposé à la fois de fournir aux futurs spécialistes tous les éléments d'une formation très sérieuse touchant la technique des machines arithmétiques et de présenter un texte de référence pour les utilisateurs actuels.

Ce livre, accessible à tous ceux qui possèdent quelques notions d'électrotechnique, ne manquera pas de rendre de grands services.

M. PARODI.

R.V. CHURCHILL. — Complex variables and Applications. — 1 vol., 291 pages, 108 figures, Mac. Graw-Hill, New-York, 1960.

Dans cet excellent ouvrage qui vient d'être réédité, M. Churchill s'est proposé, d'une part de présenter un développement logique de la théorie des fonctions de variables complexes et d'autre part de montrer les diverses et importantes applications de la théorie à des problèmes physiques. En particulier, les applications de la représentation conforme ont été très développées.

M. PARODI.

G. CULMANN, M. DENIS-PAPIN et A. KAUFFMANN. — Eléments de calcul informationnel. — 128 pages, Albin Michel. Paris, 1960.

Dans cet ouvrage, les auteurs donnent les principes de la théorie de l'information et précisent les rapports avec la thermodynamique ; il pourra être utile à tous ceux qui veulent s'initier à ces questions. Notons, détail d'ailleurs insignifiant, que l'on doit écrire néguentropie et non négentropie ainsi que le fait M. Brillouin.

M. PARODI.

A. DUCROLQ. — Logique générale des systèmes et des effets. — 306 pages, 86 figures, Dunod, Paris, 1960.

Philosophie des systèmes asservis.

M. J. GAZALÉ. — Les structures de commutation à m valeurs et les calculatrices numériques. — (Collection de Logique mathématique, série A, vol. XV). — Un vol. in-8°, 16 × 25, 76 p., 1959, Gauthier-Villars édit. Prix : 14 NF., 1959.

Des considérations technologiques ont jusqu'ici conduit à n'utiliser dans la réalisation des machines à calculer que des structures logiques binaires. M. Cazalé étudie ici les caractères de structures algébriques plus générales susceptibles d'applications dans des machines ternaires et plus M-aires. Après avoir introduit les notions d'ensembles fonctionnels et semi-généralement M-aires. Après avoir introduit les notions d'ensembles fonctionnels et semi-fonctionnels, M. Cazalé en expose les propriétés en les illustrant de nombreux exemples et schémas d'applications d'en préciser des propriétés.

GAUTHIER-VILLARS

ÉDITEUR - IMPRIMEUR - LIBRAIRE

55, Quai des Grands-Augustins

PARIS 6e

présente ses dernières nouveautés

J. FAVARD. — COURS D'ANALYSE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE (**Cahiers scientifiques,** fasc. XXVI). Tome II : Représentations. Fonctions analytiques, in-8, 578 pages, 123 figures ..... **80 N.F.**

Albert EINSTEIN. — SIGNIFICATION DE LA RELATIVITÉ - Compléments, traduit de l'anglais par M. SOLOVINE et M. A. TONNELAT (Sur le problème Cosmologique. Théorie relativiste du champ non symétrique), in-8, 57 pages ..... **15 N.F.**

Mme F. AESCHLIMANN. — RECHERCHES SUR LA NOTION DE SYSTÈME PHYSIQUE (Les Grands problèmes des sciences. Vol. XI), in-8, 250 pages ..... **40 N.F.**

VITO et **Enrico VOLTERRA.** — SUR LES DISTORSIONS DES CORPS ÉLASTIQUES. Théorie et Applications. **(Mémorial des Sciences Mathématiques,** fasc. CXLVII), in-8, 118 pages ..... **24 N.F.**

Mlle Huguette DELAVAULT. — LES TRANSFORMATIONS INTÉGRALES A PLUSIEURS VARIABLES ET LEURS APPLICATIONS (**Mémorial des Sciences Mathématiques,** fasc. CXLVIII), in-8, 94 pages ..... **18 N.F.**

LES RÉACTIONS ENTRE IONS POSITIFS ET MOLÉCULES EN PHASE GAZEUSE. Applications à la chimie des rayonnements **(Monographies de Chimie Physique),** in-8, 78 pages. Broché ..... **14 N.F.**
Cartonné ..... **17 N.F.**

ŒUVRES COMPLÈTES DE FRÉDÉRIC RIESZ. — 2 volumes.
Tome I : in-4°, 757 pages ..... Relié : **50 N.F.**
Tome II : in-4°, 831 pages ..... Relié : **50 N.F.**

Francis HALBWACHS. — Théorie relativiste des fluides à spin. Préface de Louis de Broglie. (Collection Les Grands problèmes des Sciences, Gauthier-Villars, édit). — Un vol. in-8°, 16 × 25, 294 p. Paris, 1960. Prix : 60 NF.

Depuis 1928 jusqu'à ces dernières années, l'interprétation dite probabiliste de la mécanique quantique a été imposée comme un dogme intangible par l'école anglo-saxonne. A la suite des travaux récents de M. Louis de Broglie et de ses élèves, un mouvement révisioniste s'attache à reprendre sur de nouvelles bases la description mécaniste des éléments de la microphysique en y incluant la mécanique ondulatoire. Ses éléments, les corpuscules à spin liés par des interactions de structures très particulières ne sont susceptibles d'être décrits par les méthodes classiques que si l'on édifie une nouvelle mécanique classique plus large. On peut alors espérer retrouver pour les fluides constitués des ensembles de corpuscules des équations d'évolution très proches des équations d'ondes obtenues jusqu'ici par induction.

L'ouvrage de M. Halbwachs qui est une extension de sa thèse de doctorat constitue une importante contribution à cette théorie. Il développe notamment d'une part une description très complète du corpuscule tournant en relativité restreinte et des mouvements associés et d'autre part, examine les différents modèles hydrodynamiques rattachés aux équations d'ondes. Ceci lui permet d'arriver à l'édification d'une théorie des fluides à spin constitués de particules classiques à spin formant une première base pour l'interprétation causale de la mécanique quantique.

G. PETIAU.

P. R. HALMOS. — Lectures on ergodic Theory. — Un vol., 102 p., Chelsea Publishing C° édit. New York, 1959.

Ce petit livre rassemble les textes d'une série de conférences sur la théorie ergodique professée par M. P. R. Halmos à l'Université de Chicago en 1955. Dans la théorie statistique moderne, le problème fondamental est ramené à l'étude des propriétés asymptotiques de certaines familles de transformations conservant la mesure (voir par exemple A. Blanc-Lapierre, P. Casal, A. Tortrat : Méthodes mathématiques de la mécanique statistique). Sur ce thème M. Halmos étudie les théorèmes ergodiques et leurs corollaires des points de vue topologique et algébrique. Destiné essentiellement aux chercheurs, ce livre montre les aspects des travaux modernes sur l'ergodicité, les généralisations ouvertes des théorèmes ergodiques et pose même une série de problèmes non résolus.

G. PETIAU.

V. HEINE. — Group theory in quantum mechanics : an introduction to it's present usage. — Un vol., 468 p., Pergamon Press, 1960. Prix : 90 s.

On sait le rôle important que joue la théorie des groupes dans la résolution des problèmes de la physique mathématique. Ce rôle est particulièrement important dans le domaine de l'interprétation des phénomènes de la physique quantique, physique nucléaire, atomique ou moléculaire. M. Heine s'est proposé d'exposer les éléments de la théorie des groupes directement sur ses applications à la mécanique quantique. Ce point de vue sacrifie non seulement la rigueur mathématique mais aussi les possibilités d'applications nouvelles que permet une connaissance d'ensemble d'une théorie mathématique débordant la collection d'exemples. Toutefois il permet la préparation de bons spécialistes capables de concrétiser une théorie mathématique que le souci de rigueur et de généralité de la science pure rend de plus en plus obscure pour le physicien.

M. Heine part de la théorie des transformations par symétrie pour aborder la théorie quantique de l'atome et développer ensuite l'étude des représentations des groupes finis. Des applications plus complexes sont alors abordées : étude des ions paramagnétiques dans les champs cris-

tallins, théorème de Kramers, coefficients de Wigner et de Kacah, structure hyperfine, structure et vibrations des molécules, spectres infrarouge Raman, physique de l'état solide et théorie des zones de Brillouin, théorie des forces nucléaires et description des réactions nucléaires, mécanique quantique relativiste (groupe de Lorentz et équation de Dirac), désintégration béta. Une série d'appendices (50 pages) rassemble des démonstrations, des compléments mathématiques et de nombreuses tables numériques. Une abondante bibliographie et un index complètent l'ouvrage.

G. PETIAU.

Edmund LANDAU. — Grundlagen der Analysis (with a complete german-english vocabulary). — Un vol., 173 p., Chelsea Publishing Cy, New-York.

Les fondements de l'analyse d'E. Landau sont un excellent manuel d'initiation à la formulation axiomatique de l'arithmétique. La théorie des nombres naturels, les opérations sur les fractions, les coupures, les nombres réels, les nombres complexes sont présentés dans un ordre déductif particulièrement clair.

Dans cette édition anglaise, le texte en langue allemande est présenté comme ouvrage de base pour l'étude de l'allemand par un étudiant anglais. La préface allemande est précédée de sa traduction en anglais et l'ouvrage est complété par un dictionnaire allemand-anglais des termes mathématiques rencontrés dans le texte.

L'initiative de la Chelsea Publ. Cy semble très intéressante. La sélection et la présentation de textes scientifiques pour l'enseignement des langues étrangères serait certainement bien accueillie par les élèves des divers ordres d'enseignements scientifiques et techniques.

G. PETIAU.

C. MEYNART. — Initiation au calcul opérationnel. — 112 pages, Eyrolles, Paris, 1959.

Exposé classique et élémentaire de l'Analyse symbolique.

L. SIDERIADES. — Méthodes topologiques appliquées à l'Electronique, préface de Th. Vogel. — Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, Paris, 1959.

Dans cet ouvrage se trouvent appliquées les méthodes de l'analyse topologique à l'étude des systèmes non linéaires du premier et du second ordre. L'application à des systèmes réels de nature physique est réalisée dans le domaine électronique.

Centre belge de recherches mathématiques. — Colloque de Géométrie différentielle globale. — Un vol in-8° broché, 182 p., 16 ×25. Lib. univ. Louvain et Gauthier-Villars. Paris, 1959.

Il ne s'agit pas de **géométrie intégrale,** au sens de Blaschke, Santalo, qui donne au concept d'intégrale un rôle central, mais de **géométrie globale,** venant couronner par des propriétés du même nom les propriétés locales satisfaites en tout point de tel espace, de telle variété. Il y a là une branche substantielle, vu ses relations avec l'Analyse, en des chapitres nombreux, comme ceux visant l'étude qualitative des systèmes différentiels et par elle la théorie des systèmes dynamiques ou encore, la théorie des structures de contact.

Le sujet a pris très nettement beaucoup de la cohésion qui lui manquait encore il y a dix ans faute d'un certain nombre de concepts dont la mise en œuvre récente trouve maintes occasions d'affirmer son objectivité, à titre de plus en plus fréquent. L'importance des problèmes étudiés apparaît dans la table réunissant les quatorze articles, dont les auteurs s'inscrivent tous au tableau des mathématiciens les plus renommés et dont les méthodes présentent entre elles des connexions jusqu'ici peu remarquées.

Il paraît humainement possible, abordant un tel recueil, d'en tirer un petit nombre de monographies, avec méthodes propres à chacune d'elles, monographies dont la réunion recouvrirait les quatorze articles. De jeunes pionniers de la topologie algébrique et de la théorie des espaces fibrés s'en occupent déjà ou le feront à brève échéance.

G. BOULIGAND.

ORBIT THEORY. — Proceedings of SYMPOSIA IN Applied Mathematics, vol. IX. — American Mathematical Society édit., Providence U.S.A., 1960.

Ce volume rassemble les textes des communications faites au 9e symposium de mathématiques appliquées de l'American mathematical Society réuni à New York du 4 au 6 avril 1957. Ces communications portent sur la théorie des orbites ou trajectoires périodiques en mécanique céleste et en électrodynamique. Sont examinés successivement : par E. D. Courant, la stabilité des orbites dans les accélérateurs de particules ; par S. Olbert, le mouvement des particules du rayonnement cosmique dans les champs magnétiques galactiques ; par W. H. Bennett, les orbites de Störmer ; par P. Herget, la théorie des perturbations d'aplatissement ; par F. L. Whipple, le problème général de la prévision des positions des satellites artificiels ; par K. A. Ehricke, les orbites cislunaires ; par J. W. Siry, les trajectoires des véhicules lançant des satellites ; par W. J. Eckert, la détermination numérique précise des orbites ; par D. Brouwer, la théorie générale des orbites planétaires ; par C. Graef-Fernandez, les orbites de champ central dans la théorie de Birkhoff.

G. PETIAU.

SCIENCES PHYSIQUES

COWLING T.G. (University de Leeds). — **Magnétohydrodynamique,** traduit de l'anglais par P. S. Souffrin. — 132 p. 11 × 16, avec 17 fig. 11 NF., relié toile souple, Dunod, 1960.

La magnéto-hydrodynamique étudie le comportement des fluides conducteurs en présence d'un champ hydrodynamique. Les courants électriques induits dans le fluide en mouvement modifient le champ, tandis que le flux de ces courants dans le champ engendre des forces mécaniques qui modifient le mouvement. L'intérêt et la difficulté de la magnétohydrodynamique tiennent justement à cette interaction champ-mouvement. Cette nou-

OFFIce international de
documentation et LIBrairie
48, rue Gay-Lussac — PARIS (5e) ODÉ. 91.30
LIVRES POUR QUELQUES SCIENCES
PÉRIODIQUES SCIENTIFIQUES
PAR ABONNEMENTS

velle **Monographie Dunod** est destinée plus particulièrement aux astrophysiciens et aux géophysiciens, mais son étude facilitera également le développement des applications techniques.

G. L.

L. DOMANGE. — Précis de Chimie Générale et de Chimie Minérale, T. II. — Un volume de 318 p. 16,5 × 21,5, 64 figures, cartonné toile demi-souple. 27 NF., Masson et Cie, Edit. Paris, 1960.

Ce « Précis » s'adresse aux étudiants de deuxième année des Facultés de Pharmacie. Il correspond à l'enseignement qui leur est prodigué au cours d'un semestre. Rédigé dans l'esprit particulier d'un « Manuel » devant accompagner le cours magistral il ne s'agit pas, loin de là, d'un traité. Bien que présenté sur un papier couché et muni d'une couverture cartonnée, toile semi rigide, c'est aux cours polycopiés des Facultés qu'il faut le comparer. Dans ces limites et placé sous cet angle obligatoirement restreint il rendra service aux étudiants, à qui il est destiné.

Venant après le Tome I précédemment publié (qui présentait les fondements de la chimie ainsi que l'étude des métalloïdes et de leurs principaux composés), de Tome II est consacré à la chimie générale avec les notions élémentaires de thermochimie, les équilibres, la cinétique chimique, la catalyse (homogène et hétérogène) et les complexes, ainsi qu'aux propriétés des métaux, les alliages et les principaux composés métalliques. Chaque fois qu'il a été possible, l'Auteur a insisté sur les propriétés utilisables en chimie analytique ne perdant pas de vue l'usage que pourrait avoir à en faire le pharmacien, dans l'exercice de sa profession.

Nous regretterons que trop de limitations aient autant réduit la diffusion possible de cet ouvrage qui hors des étudiants en pharmacie aurait pu trouver une audience plus large dans celle des élèves des cours de préparation aux grandes écoles, voire des années propédeutiques des Facultés des Sciences.

R. DELBOURGO.

Carl ECKART (University of California. Scrips institution of oceanography). — **Hydrodynamics of Oceans and Atmospheres.** — 290 p. 23 × 15. Pergamon Press, 1960.

Effets sur les mouvements de l'atmosphère et des océans du gradient de densité et de la force de Coriolis. Etude mathématique susceptible d'intéresser ceux qui s'occupent de météorologie et d'océanographie.

G. L.

L. G. FAUQUET. — Histoire de la rayonne et des textiles synthétiques. — 1 vol. in-8°, 270 pages. Paris, 1960, Armand Colin éditeur (Prix :

L'industrie des textiles artificiels est née à la fin du XIX^e^ siècle, puisqu'on en produisait 900 tonnes dans l'année 1900, mais c'est au XX^e^ siècle qu'elle a pris son essor. 11 000 tonnes en 1913, 200/000 tonnes en 1930, 1 million de tonnes en 1938, 2 millions de tonnes en 1953 et 3 millions en 1959, tels sont les chiffres de la production mondiale.

Ajoutons à ces chiffres, que si ces textiles synthétiques n'existaient pas, il serait impossible de satisfaire les besoins actuels de l'habillement, tenu compte des exigences très minimes des populations intertropicales.

Aussi bien, ce livre est d'un très grand intérêt, puisqu'il nous fait suivre pas à pas l'invention, puis les procédés et la conquête du marché, depuis les idées de Hooke et de Réaumur jusqu'aux réalisations actuelles.

L'industrie des textiles artificiels remplit maintenant une fonction économique et sociale en procurant du travail à des centaines de milliers d'ouvriers. Elle ne produit pas que des bas de nylon, mais des cables permettant d'ancrer des navires par 7 000 mètres de fond et des pneumatiques géants.

VIENT DE PARAITRE

COLLECTION TRAVAUX ET RECHERCHES MATHÉMATIQUES

INTRODUCTION
A
L'ÉLECTRODYNAMIQUE QUANTIQUE

PAR
D. KASTLER

XXXIV-934 pages 16 × 25. Relié toile sous jaquette ..... **68 NF**

RAPPEL :

INTRODUCTION
A
LA THÉORIE QUANTIQUE DES CHAMPS

PAR
N. N. BOGOLIOUBOV **D. V. CHIRKOV**
TRADUIT DU RUSSE PAR **A. BLOCH**

XVI-600 pages 16 × 25, avec 60 figures. 1960. Relié toile sous jaquette ..... **69 N.F.**

MÉCANIQUE QUANTIQUE

PAR
A. MESSIAH

TOME I. — XVI-430 pages 16 × 25. 1959. Relié toile sous jaquette ..... **39 N.F.**
TOME II. — XVI-544 pages 16 × 25. 1960. Relié toile sous jaquette ..... **48 N.F.**

THÉORIE DES GROUPES EN PHYSIQUE CLASSIQUE ET QUANTIQUE

PAR
T. KAHAN
AVEC LA COLLABORATION DE NOMBREUX AUTEURS

TOME I. — **Structures mathématiques et fondements quantiques.** XXIV-664 pages 16 × 25. 1960. Broché en 2 fascicules. Fascicule I. .... **32 NF** ; Fascicule II ..... **38 NF**
Relié toile sous jaquette ..... **75 NF**

En vente dans toutes les bonnes librairies et chez
DUNOD, Editeur, 92, rue Bonaparte, PARIS (6e)

La laine et le coton ne peuvent suffire aux besoins et on estime qu'en 1975, on consommera 40 % de textiles artificiels.

Au total, un livre bien intéressant et fort bien écrit.

R. FURON.

A. FOUILLE. — Electrotechnique à l'usage des Ingénieurs, préface de E. Lefrand. — Tome II : machines électriques, 440 pages, 615 figures, Dunod, Paris, 1960.

Dans cet ouvrage qui est la cinquième édition du second tome de l'important traité d'électrotechnique de M. Fouillé, avant d'aborder l'étude particulière des diverses machines, l'auteur dégage les principes généraux des générateurs et des moteurs électriques. De nombreuses applications numériques complètent ce travail qui constitue un utile instrument de travail pour les élèves ingénieurs.

M. PARODI.

Pierre GRIVET et R. LEGROS. — Physique des Circuits, préface de L. Néel (Cours d'Electronique publié sous la direction de P. Grivet, T. I). — Un vol., 554 pages, 348 figures. Paris 1960, Masson et Cie édit. Prix : 90 NF.

La Physique des Circuits de MM. P. Grivet et R. Legros constitue la mise au point avec de très importants compléments d'un enseignement donné depuis 1948 à la Faculté des Sciences de Paris. Très complet et fortement documenté, l'exposé progressif constitue une excellente base pour les étudiants et les chercheurs en électronique.

Dix chapitres développent successivement après une introduction à l'électronique et des notions de base sur les circuits, les caractères des sources et des récepteurs, l'étude de la résonance, les propriétés des résistances, des condensateurs, des inductances, les propriétés des noyaux ferromagnétiques et des tôles magnétiques, les types de transformateurs, l'effet de peau et ses conséquences.

De nombreux exemples numériques, des tableaux, une abondante bibliographie font de cet ouvrage un manuel de base pour tous les physiciens utilisant les montages de l'électronique moderne.

HUTTE. — Manuel de l'Ingénieur. — I. - Bases théoriques et technologiques. —28e édition nouvelle 1960, 1 842 pages, 1 049 figures et 725 tableaux. Edit. Librairie polytechnique Ch. Béranger.

Voici le tome premier de la traduction de la nouvelle édition allemande qui est en cours de publication. Cette nouvelle édition est encore plus riche et plus perfectionnée que la précédente ce qui place le Manuel Hütte à la pointe de tous les ouvrages analogues ; il couvre la totalité des domaines techniques spécialisés et tout le monde y trouve son compte, de l'ingénieur constructeur à l'ingénieur de recherche aucun ouvrage de ce genre, même de grand format ne saurait lui être comparé.

Dans l'actuel tome I on trouve : Mathématiques (développées et augmentées, Technophysique (Unités analyse dimensionnelle, principes de l'électrotechnique, acoustique, optique). Chaleur (thermodynamique, machines — refondues et élargies avec turbines à gaz et réacteurs — transmission de la chaleur, combustion, gazéification).

Oscillations (cinématique, cinétique de l'oscillateur, protection contre les ébranlements et le bruit). Mécanique (solides, fluides, plastiques). Résistance des matériaux. Technologie des matières. Métrologie.

La nouvelle édition très développée par rapport à l'ancienne comportera six sources dont certaines en 2 volumes : I. - Bases théoriques. II. - (A et B) Constructions mécaniques. III. - Technique de la construction. IV. - (A et B) Eectrotechnique. V. - (A et B) Transport et géodésie. VI. - Chimie et génie chimique. Le tome IV est actuellement en préparation.

G. LAMBRAULT.

H. G. JERRARD et D. B. Mc NEILL. — Theoritical and Experimental Physics. — Un vol., 624 pages. London, 1960, Chapman et Hall édit. Prix 75 s/.

La physique théorique et expérimentale de MM. Jerrard et Mc Neill est un traité de physique générale du niveau de l'enseignement propédeutique français. Une disposition originale du texte permet l'utilisation de l'ouvrage sur deux années d'enseignement répété : les pages de droite contiennent l'exposé principal très concret et fournissant les bases expérimentales de la physique, les pages de gauche, souvent composées en caractères plus petits, correspondent à un enseignement plus approfondi avec formules, calculs d'applications, tables numériques et diagrammes complétant le texte des pages de droite en regard.

Après deux chapitres traitant de la mesure, des unités et de l'appareillage général des laboratoires de physique, les chapitres 3 à 20 exposent les principales parties de la physique : élasticité, viscosité et tension superficielle, pesanteur, technique du vide, calorimétrie, thermocinétique, accoustique, optique géométrique, diffraction, interférence, polarisation, mesures électriques, électronique, magnétisme.

De nombreuses figures et planches hors-texte illustrent cet ouvrage.

G. PETIAU.

A. A. KHARKEVITCH. — Phénomènes non linéaires et paramétriques en électronique. (Traduit du russe par W. Mercouroff). — Un vol., 224 pages. Paris, 1960, série des Monographies Dunod, Dunod édit.

Ce petit livre est consacré à l'étude des principaux types de phénomènes rencontrés dans l'étude des circuits de l'électronique et faisant intervenir soit des équations algébriques ou différentielles non linéaires, soit des équations différentielles à coefficients variables au cours du temps (phénomènes paramétriques).

Il n'existe pas de méthode générale en analyse non linéaire et chaque problème demande une étude particulière. M. Kharkevitch étudie d'abord au chapitre I les problèmes de la physique des circuits non linéaires associée à une équation algébrique ou transcendante et notamment les différents types de modulation. Le chapitre II examine ensuite les oscillations régies par des équations différentielles non linéaires et le chapitre III l'effet de forces extérieures sur certains systèmes non linéaires. Le chapitre IV étudie la détection synchrone et quelques phénomènes régis par des équations du type de Mathieu (excitation paramétrique et démultiplication de fréquence).

G. PETIAU.

R. KRONIG. — Précis de Physique Générale, traduit et adapté sous la direction de M. Y. Bernard, tome III. **Optique,** 260 pages, 213 figures. Dunod, Paris, 1960, broché 22 NF.

Cet utile ouvrage, de traduction particulièrement soignée, est destiné aux étudiants de propédeutique. Il comporte trois parties qui traitent respectivement de l'optique physique, de la physique atomique et de l'optique instrumentale.

J. QUINET. — Théorie et pratique des circuits de l'électronique et des amplificateurs. (Préface de C. Gutton). **T. I. - Théorie et applications du calcul des imaginaires à l'étude des circuits. T. II. - Les amplificateurs H.F. et B.F. Les oscillateurs et la modulation. Filtres et ponts de mesure.** — 4e édition. T. I. 254 p., T. II. 355 p. Paris, 1960, Dunod édit. Prix : 22 NF. et 29 NF.

Dans les deux tomes de cet ouvrage, M. Quinet développe d'une façon très complète et remarquablement claire la théorie élémentaire et les principes de l'utilisation pratique des circuits fondamentaux de l'électronique en utilisant d'une façon systématique les nombres complexes (appelés ici « imaginaires »).

COURS DE PHYSIQUE

DÉVORÉ et ANNEQUIN

VIENT DE PARAITRE :

CHALEUR

TOME I

par

DÉVORÉ et ANNEQUIN

Agrégés des Sciences physiques
Professeurs au Lycée Chaptal

A l'usage des classes de Mathématiques supérieures, ENSI I1 et des étudiants de Propédeutique.

Vol. 16 × 24 cm, de 192 pages ..... **14 NF**

•

DÉJA PARU :

UNITÉS ET MESURES
STATIQUE DES FLUIDES

Vol. 16 × 24 cm, de 180 pages ..... **14 NF**

•

Ouvrages de M. DÉVORÉ

Cours de chimie organique :
Vol. 16 × 24 cm, de 432 pages ..... **50 NF**

Problèmes de chimie :
Vol. 16 × 24 cm, de 194 pages ..... **18 NF**

Problèmes de physique et de chimie :
Vol. 16 × 24 cm, de 372 pages, 2e édition ..... **32 NF**

VUIBERT **63, Bd. SAINT-GERMAIN, 63. — PARIS-Ve**

Dans le premier volume, après un exposé des théorèmes généraux relatifs au calcul des grandeurs rattachées aux circuits, M. Quinet étudie successivement le circuit oscillant classique, la résonance série, la résonance parallèle, le couplage des circuits, la réaction magnétique dans les lampes.

Le second volume traite des principaux problèmes posés par les associations lampes-circuits : caractéristiques dynamiques et droites de charge, étude des amplificateurs haute-fréquence et de leurs circuits, caractères et principaux types d'oscillateurs, modulation des oscillateurs, générateurs d'impulsions et réalisation des signaux rectangulaires et en dents de scie, filtres, réception par la méthode des battements et changement de fréquence, amplification basse fréquence, le montage push-pull, la contre-réaction, l'amplification de puissance et le haut-parleur. Un dernier chapitre examine les principaux types de ponts et les conditions de leur emploi.

G. PETIAU.

SCIENCES NATURELLES

Philippe DUCHAUFOUR. — Précis de Pédologie. — 1 volume in-8°, 438 pages, 62 figures, 10 planches hors texte, dont 2 en couleurs. Paris, 1960, Masson et Cie, éditeurs. (Prix : broché, **52 N.F.** ; relié, **61 N.F.**).

Les travaux du savant pédologue de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Nancy nous étaient déjà connus par son premier Cours polycopié aux Editions du C.D.U., puis par sa première synthèse « Pédologie, appli-

BORDAS

27 bis, rue du Moulin-Vert, PARIS (14e)

NOUVEAUTÉ

PROPÉDEUTIQUE SCIENCES

RENÉ DUSSAUD
Agrégé de l'Université

INITIATION
AU
CALCUL VECTORIEL

avec une introduction de J. CARRON
directeur de l'E.P.E.S. de Chambéry

Tout le programme de Propédeutique concernant le calcul vectoriel et ce qui s'y rattache. Instrument de travail indispensable aux étudiants des disciplines scientifiques.

328 pages, 183 figures et 4 planches de couché ..... **24 N.F.**

Réception des professeurs : 93, rue de Seine, Paris (6e).

cations forestières et agricoles », par « la Dynamique du Sol forestier en climat atlantique », etc. Les progrès de la Pédologie se poursuivent à un tel rythme qu'il fallait une synthèse entièrement nouvelle.

M. Duchaufour a réussi à dire tout ce qu'il voulait en 438 pages : les propriétés du sol (152 pages), la genèse et l'évolution du sol (171 pages) et la pédologie appliquée (72 pages).

C'est un ouvrage de haute tenue qui n'intéresse d'ailleurs pas que les pédologues professionnels, mais aussi les géologues qui considèrent la pédologie comme le dernier chapitre de la géologie. Ils y trouvent des solutions aux problèmes compliqués des sols tropicaux, de leur durcissement, de la formation des croûtes et des cuirasses, de l'érosion des sols, etc.

L'illustration est excellente. Les profils pédologiques sont représentés à l'aide de schémas à caractère synthétique, donnant à la fois l'aspect des divers horizons et leur composition physico-chimique, parfois même les conditions du milieu qui ont présidé à la formation des sols.

Chaque chapitre se termine par des considérations d'ordre pratique qui s'adressent directement à de nombreux utilisateurs, agronomes et sylviculteurs. Les photographies illustrent d'une manière saisissante le texte de l'Auteur.

L'ouvrage se termine par des détails fort utiles sur les diverses méthodes d'analyse des sols et une bibliographie substantielle.

R. FURON.

M. GIGNOUX. — Géologie stratigraphique. — 5e édition, complétée d'un Addendum par L. MORET. 1 vol. gr. in-8, 759 pages, 155 figures. Paris, 1960, Editions Masson.

La quatrième édition de cet ouvrage classique datait de 1952 et l'Auteur, le très regretté Maurice Gignoux est mort en 1955. Pour répondre au pressant désir des étudiants, les Editions Masson ont décidé d'en préparer une nouvelle édition, en demandant la collaboration de M. Léon Moret, le savant Maître de Grenoble.

M. Léon Moret, dans une brillante Préface, nous dit son scrupule : « on ne peut évidemment songer à remanier le plan d'un ouvrage aussi admirablement conçu et réalisé, et d'un caractère aussi personnel, ou même d'y introduire des retouches, ce qui, à mon sens, constituerait une sorte de profanation. Aussi, en accord avec l'éditeur, avons-nous décidé de republier intégralement le texte de l'édition précédente, toutefois en adjoignant à cette nouvelle édition un Addendum dans lequel seraient, autant que possible, consignées les principales publications parues depuis 1951, au besoin accompagnées de brefs commentaires ». « Enfin comme l'auteur était un géologue alpin réputé et qu'il avait tenu à réserver aux Alpes une place de choix dans son ouvrage, nous avons cru devoir suivre cette tradition en terminant notre Addendum par une rubrique sur ce sujet et plus précisément sur l'orientation nouvelle de quelques problèmes de Géologie alpine. »

Telle est la genèse de cette cinquième édition qui connaîtra le même succès que les précédentes.

R. FURON.

Le Gérant : R. CONSTANS.

Imprimerie Jacques et Demontrond, Besançon. — N° 1008.
Dépôt légal 2e trimestre 1961 : N° 6625.